مقـــــــــــــدمة

الألبان المتخمرة، وعلي وجه التحديد اليوغورت أو ما يعرف في مصر بالزبادي، لها أهمية غذائية وعلاجية علي درجة عالية من الأهمية. ولـذلك عمدت إلى تاليف هذا الكتاب ليكون مرشدا ومنارا علي طريق التعريف بأهمية الألبان المتخمرة، وطرق تصنيعها المختلفة سواء في المنزل، أو المعامل الصغيرة، أو المصانع المحدودة الإنتاج، كذلك الطرق المستمرة لتصنيعها في المصانع الكبيرة.

وتناول الكتاب العيوب المختلفة التي يمكن أن تظهرفي صناعة اليوغورت وكيفية التغلب عليها، واشتمل الكتاب علي الأهمية الغذائية لليوغورت، من حيث محتوياته من العناصر الغذائية الضرورية، وأهميته الصحية والعلاجية. فتناول الكتاب الأهمية العلاجية للألبان المتخمرة المختلفة، وعلي وجه الخصوص اليوغورت (الزبادي)، من حيث أهميتها في تحسين الصحة وتأخير أعراض الشيخوخة، وتأثيرها في القضاء علي الميكروبات الضارة وخفض الكوليسترول، وتقوية جهاز المناعة، ومقاومة ومنع نمو الأورام السرطانية. كما يتعرض الكتاب لأستخدام اليوغورت (الزبادي) كغذاء خاص في حالة الأصابة بالمرض مثل مرض السكر، ولأمراض الجهاز الدوري (أمراض الأوعية الدموية والقلب)، ومرض عدم تحمل اللاكتوز، وأمراض الجهاز الهضمي، وعلي وجه الخصوص أضطرابات القولون.

الباب الأول

الألبان المتخمرة

<u>تعريف الألبان المتخمرة:</u>

هي مجموعة من المنتجات اللبنية، تشترك في أن البكتريا بمفردهـا أو فـي وجود بعض الخمائر أذا ما اضيفت إلى اللبن، سببت التخمر اللاكتيكي كناتج أساسى لعملية التخمر، علاوة علي تكون أحامض طيارة وكحول وغاز تحت ظروف معينة.

تقسيم الألبان المتخمرة:

يوجد نوعين من الألبان المتخمرة:

<u>ا- ألبان متخمرة متجانسة التخمر:</u> وتنتج بواسطة البكتريا فقـط، ونـواتج التخمر فيها تكون حمض اللاكتيك، ويوجد منها ثلاث أقسام:

١. مرتفعة الحموضة مثل اللبن الرايب، اللبن الخض البلغاري.
٢. متوسطة الحموضة مثل اليوغورت، الزبادي، لبن الأسيدوفليس.
٣. منخفضة الحموضة ومنها اللبن الخض المتخمر، القشدة المتخمرة.

<u>ب- ألبان متخمرة مختلطة التخمر:</u> وتنتج بواسطة البكتريا والخمائر معـا، وتحتوي علي الكحول بجانب حمض اللاكتيك وغاز ثاني أكسيد الكربـون، ومنها الكوميس والكفير.

أنواع الميكروبات المستخدمة في تحضير الألبان المتخمرة:

<u>Streptococci</u>

وهي كروية الشكل قطرها ٠,٥ -١ ميكرون، وتوجد في صورة مفـردة، أو في سلاسل مكونة من ٢-٤ ميكروب.

<u>Lactobacilli</u>

وهي بكتريا عصوية طولها ٨ -١٠ ميكرون، وتوجد في صورة مفردة، أو في سلاسل مكونة من ٢ ميكروب أو أكثر، وهي تتميز بإنتاج كمية كبيرة من

حمض اللاكتيك والتي تقضي علي أى ميكروبات غير مرغوبة في الأمعاء، مثل الميكروبات التعفنية.

Yeast

وتوجد في شكل كروي أو بيضاوي أو عـصوي، وينـتج مـن تخميرهـا للسكريات حمض لاكتيك وكحول.وثاني أكسيد الكربون.

الأنواع المختلفة للألبان المتخمرة

لبن الأسيدوفيلاس:

لبن الأسيدوفيلاس هو لبن متخمر بواسطة *lactobacillus acidophilus* (LA)، والذي يعتقد أن له فوائد علاجية في القناة الهضمية، ويستخدم في صناعته اللبن الفرز أو الكامل، ويسخن اللبن لدرجة حرارة عالية ٩٥°م لمدة ساعة، للقضاء علي الميكروبات الموجودة في اللبن، وأتاحة الفرصة لنمو بكتريا *Lactobacillus acidophilus*، ويلقح اللبن بنسبة ٢-٥ %، ويحضن علي ٣٧°م إلى أن يتجبن، وبعض هذه الألبان لها حموضة مرتفعه تصل إلى ١% حمض لاكتيك، ولكن عندما يستخدم للأغراض العلاجية فأن الحموضة تكون من ٠,٦-٠,٧ هي الشائعة.

وهناك أختلاف آخر ادخل هو أنتاج لبن الأسيدوفيلاس الحلو، حيث تضاف بكتريا *Lactobacillus acidophilus* ولا يتم تحضين المنتج، ويعتقد أنه في هذه الحاله فأن البكتريا تصل إلى القناه الهضمية وتحدث تأثيرها العلاجي، وفي هذه الحالة لا يكون اللبن له جودة التخمر، ولا طعم اللبن المتخمر أو حموضته، وهذا النوع غير مفضل بواسطة كثير من المستهلكين.

اللبن الرايب (Raib milk):

وهو ينتج طبيعياً عند ترقيد اللبن لصناعة القشدة بطريقة الترقيد حيث يتبقى فى الأوانى الفخارية المستخدمة فى الترقيد بعد فصل طبقة القشدة المتكونة فى أعلى اللبن الذى تم ترقيده. ويتميز هذا اللبن بقيمته الغذائية والصحية المرتفعة. ويستخدم فى صناعة الكشك فى صعيد مصر.

اللبن الخض المتخمر (Cultured butter milk):

يوجد نوعين من اللبن الخض المتخمر Cultured butter milk

ا-اللبن الخض المتخمر الطبيعي أو التقليدي:

Traditional or natural butter milk

والذي يصنع منه اللبن الخض الذي ينتج كمنتج ثانوي عند صناعة الزبد من قشدة مخمرة أو مسواة. وهذا النوع من اللبن الخض شائع في دول شمال أوروبا، ويستهلك هناك بدلا من اللبن الطازج، سواء كمشروب أو بعد أضافته للحبوب الغذائية cereal، ويتم أستخدام بادئ *Lactococci* و *Leuconostoc spp* في صناعة هذا اللبن المتخمر. وتتلخص خواص هذا اللبن في الأتي:

١- مذاقه حامضي لوجود حمض اللاكتيك.

٢- يظهر فيه الطعم الزبدي، ويرجع ذلك لوجود مركب ثنائي الأسيتيل، وحبيبات الزبد المتسربة للبن الخض أثناء صناعة الزبد، وحاليا أنخفض أنتاج هذا اللبن المتخمر بسبب النقص في أنتاج الزبد المصنع من قشدة مسواة، حيث لا تخمر القشدة المعدة لصناعة الزبد، ويكتفي حاليا في كثير من دول العالم بحقن مقطر البادئ starter distillate في الزبد أثناء عملية الخدمة working ويستغني عن التسوية.

ب- اللبن الخض المتخمر:

الذي يصنع من اللبن الكامل أو اللبن الفرز، ولا يصنع من اللبن الخض، ويستخدم فيه بادئ مكون من:

Lc lactis ssp lactis ،*Lc lactis spp cremoris* ،*Lc lactis biovar diacetylatis*

وذلك لأنتاج حمض اللاكتيك.

كذلك يستخدم بادئ مكون من *Leuc mesenteroides spp Cremoris* لأنتاج النكهة. وهذا اللبن المتخمر يعتبر من أكثر الألبان المتخمرة أنتشاراً في الولايات المتحدة الأمريكية.

الألبان المتخمرة الأسكندنافية:

Scandinavian (Nordic) sour milk

وهي تنتشر في النرويج والسويد وغيرها من الدول التي تجاور هذه الدول، وتتميز هذه الأنواع بالقوام اللـــزج المخـــاطي ropy and slimy. وتـــستخدم الأعشاب في أنتاج ألبان متخمرة غليظة القوام، وهذه تعرف بأسم langfil.

خطوات الصناعة:

١- يسخن اللبن مبدئيا إلى ٧٨ ^{o}م.

٢- أزالة الهواء من اللبن في أحواض تحت تفريغ.

٣- تعديل نسبة الدهن إلى المستوي المرغوب في الناتج النهائي.

٤- تجنيس اللبن علي درجة ٧٠ ^{o}م وضغط ١٧,٥ - ٢٠ MPa.

٥- تسخين اللبن إلى ٩٠ -٩٥ ^{o}م لمدة ٣-٦ دقائق ثم التبريد إلى ٢٠^{o}م.

٦- التلقيح بالبادئ بنسبة ١ -٢ % ويتكون البادئ من

Lc lactis ssp.cremoris ، *Lc lactis ssp lactis*، *Lc.lactis ssp biover* ،*Leuc. Mesenteroides ssp.cremoris* ،*diacelylactis*

كذلك تستخدم سلالة مكونة للزوجة slime-forming.

٧- يقلب اللبن بعد أضافة البأدئ لمدة عشرة دقائق.

٨- يحضن علي٢٠^{o}م لمـــدة ٢٠ ساعة، حتي تـــصـــل الحموضـــة إلـــى ٠,٨-٠,٩% فيتم تبريد الخثرة والتعبئة ثم تنقل لغرف التبريد.

القشدة المتخمرة Cultured cream

تعرف القشدة المتخمرة أيضا بالقشدة الحامضية، ونسبة الدهن بها تتراوح من ١٠ -٣٠ %.

طريقة الصناعة:

١- تعديل تركيب اللبن إلى نسبة الدهن المطلوبة، وذلك بأضافة القشدة.

٢- تدفئة اللبن إلى ٦٠ -٧٠ ^{o}م.

٣- التجنيس عند ضغط ١٥ -٢٠ MPa وذلك للقشدة التي لا تتعدي نسبة الدهن بها ١٥%، والتجنيس عند ضغط ١٠-١٥ Mpa وذلك للقشدة التى تصل نسبة الدهن بها من ٢٠-٣٠%

٤- بسترة القشدة علي درجة ٩٠ ^{o}م لمدة ٥ دقائق ثم التبريد إلى ٢٠ ^{o}م.

٥- التلقيح ببادئ مكون من: Lc. Lactis biovar diacetylactis ،Lc lactis spp lactis، cremoris. ،cremoris. Leuconostoc . mesanteroides spp

٦- التحضين علي درجة ١٨ -٢١ ^{o}م لمدة ٢٠ ساعة حتي تصل الحموضة إلى ٠,٨ %.

بعض المواد التي تضاف لتعديل وتحسين خواص القشدة الحامضية:

١- يمكن أضافة السترات أو حمض الستريك لتحسين خواص النكهة.

٢- أضافة ٢ -٣ % جوامد لبنية لتحسين القوام.

٣- أضافة انزيم الكيموسين مع البادئ لأنتاج قشدة متخمرة ذات قوام أكثر ثخانة، ويجب عدم زيادة الكمية المضافة من الكيموسين لمنع ظهور التركيب الخشن الناتج من تحلل κ-casein

٤- يمكن أضافة المثبتات لتحسين القوام.

<u>الكفير Kefir</u>

هو لبن متخمر ينتج بأستخدام أنواع مختلفة من البكتريا، ولذلك فهو يحتوي علي مكونات مختلفة من نواتج التخمر، الأيثانول، الأسيتالدهايد، الأحماض الدهنية الحرة.

ويستخدم لأنتاج الكفير حبوب تحتوي علي كثير من الميكروبات، وتشمل البكتريا مثل *Str. Thermophilus lactobacillus spp.*، والخمائر مثل *S. cerevisiae*، *Saccharomyces delbruck* وكائنات أخرى، وعند تلقيح

اللبن بهذه الحبوب ويترك يتخمر في١٨ - ٢٤ ساعة، ينتج خلالها المكونات التي سبق الأشارة اليها.

والكفير أحد الأنواع القديمة من الألبان المتخمرة، ويصنع في الجنوب الشرقي في روسيا، ويختلف الناتج باختلاف المنطقة التي ينتج فيها، فهو يعرف بأسم كافير Kaphir أو كابون Khapon أو هيب Hippe أو كيب Kepi أو كابوف Khapov وهو يصنع من ألبان البقر، أو الماعز أو الأغنام ، بعد تلقيحها بحبوب الكفيرKefir grains

ويوجد اربعة أنواع من الكفير، جميعها يتم تحضينها علي درجة ٢٠ -٢٢ °م ولكن تختلف في فترة التحضين:

أ- الكفير الحلو sweet kefir وفيه يحضن اللبن علي ٢٠ -٢٢°م لمدة ٢٤ ساعة، ويحتوي هذا النوع علي قليل من الكحول.

ب- الكفيرالوسط medium kefir وهو يحضن علي نفس درجة الحرارة السابقة، ولكن لمدة ٤٨ ساعة مما يسمح بتكون كمية أكبر من الكحول.

ج- الكفير الشديد: يحتوي علي كمية أكبر من الكحول والغاز والحمض لأنه يحضن لمدة ٧٢ ساعة.

د- الكفير الشديد جدا: وهذا يحضن لمدة أكثر من ثلاثة ايام، ولذلك يحتوي علي أكبر كمية من الحمض والكحول والغاز مقارنة بالأنواع السابقة.

وكل الأنواع السابقة يتم حفظها لمدة ٤ ساعات علي ١٢ درجة مئوية، وذلك بعد فترة التحضين ثم تحفظ في الثلاجة لحين الأستخدام.

حبوب أو بادئ الكفير Kefir (starter) grains:

وهي حبوب تحتوي علي الميكروبات المسئولة عن التخمـر، وهـي تـشبه الفشار (pop corn) وهي صفراء اللون، والمكونات الأساسية لهذه الحبوب هي كازين اللبن وخمائر وبكتريا. ومن أنواع البكتريا الموجودة في هذه الحبوب:

Streptococcus lactis ،*lactobacillus bulgaricus* ،*Enterobacter cloacae* *Stre. Casei* ،*Acetobacter aceti* ،*lactobacillus betabacterium*

ومن الخمائر *Saccharomyces unispores*، *Torula kafir*، *Torulopsis sphoeri-fzagilis*

وكذلك العفن أو الفطر *Oiduin lactis* ويستخدم أيضا بادئ نقي لأنتاج الكفير ويتكون من:

١- *Str. Lactis* وهي تقوم بأنتاج الحمض الذي يخثر اللبن.

٢- *lactis bulgaricus* الذي يعطي الطعم والنكهة والقوام المشابه للقشدة.

٣- خميرة Torula kefir بأنتاج الكحول وثاني أكسيد الكربـون، وكـذلك بكتريا حمض الخليك *Acetobacter aceti* التي تقوم باكـسدة الكحـول مكونة حمض خليك، ومركبات عضوية أخرى.

مجموعة البروستا كفاشا Prostakvasha group

تصنع مثل هذه الألبان بكثرة في روسيا، وتتلخص طريقـة صـناعتها فـي الأتي:

- يبستر اللبن.
- يبرد اللبن علي درجة حرارة ٣٦ -٣٨ ^{o}م.
- يضاف البادئ *Streptococcus lactis* بنسبة ٣-٥ % مـع التقليـب الجيد.
- يعبأ اللبن في العبوات، ويحضن علي درجة حـرارة ٣٦ – ٣٨ ^{o} م، حيث تصل نسبة الحموضة إلى ٣ %، ومن هذه المجموعة التبـت والفارنتس.

الرياجنكا :

منشأ هذا النوع من الألبان المتخمرة، جمهورية أوكرانيا والبادئ المستخدم في تصنيعه هو *Streptococcus thermophilus* وهو يصنع من لبن مرتفع في نسبة الدهن (٦ %) أو أكثر. وتتلخص طريقة التصنيع فيما يلي:

١- يغلي اللبن لعدة ساعات حتي يتغير لونه وطعمه، أو يعقم في جهاز التعقيم علي درجة حرارة ١٢٠ ^{o}م لمدة ١٠ -١٥ دقيقة.

٢- يبرد اللبن إلى ٣٧ -٤٥ ^{o}م.

٣- تضاف مزرعة البادئ النقية بنسبة ١ -٢ %.

٤- يحضن اللبن في العبوات علي درجة ٣٧ - ٤٥ ^{o}م حتي يتجبن، أو تصل نسبة حموضته ٣% ويتميز هذا اللبن المتخمر بطعم يشبه طعم المكسرات.

مجموعة الماتسون Matsun group

تضم هذه المجموعة أنواع كثيرة هي الماتسوني، والكاتيك والأيران والماتسون. وجميعها تصنع من بادئ يتكون من *Lactobacilius bulgaricus*، *Strepto. thermophilus*

مع مزرعة من الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز، ويستعمل في تصنيع هذا المنتج المتخمر أنواع كثيرة من الألبان، تختلف علي حسب منطقة الأنتاج، وتحتوي هذه المنتجات المتخمرة علي نسبة من الكحول.

الكوميس Koummiss

ينتج فى المناطق السوفيتية (سابقاً) مثل كازاخستان وغيرها. وهو يصنع من لبن الفرس (Mare's milk) حيث يحتوى على نسبة أكبر من سكر اللاكتوز عن لبن البقر أو غيره من ألبان الماشية. حيث تصل نسبة اللاكتوز فى لبن الفرس إلى أكثر من ٦% بالمقارنة بـ ٤,٥% تقريباً فى لبن الماشية.

وتصل نسبة الحموضة فى لبن الكوميس ١% ونسبة الكحول ٣%. ويستخدم فى صناعة الكفير بادئ يتكون من بكتريا *Str. Thermophilus* وأحد أنـــواع الجنس *Lactobacillus* وخميرة *Saccharomyces delbruck* و *S. cerevisiae* وحاليا يتم صناعة الكوميس بأستخدام اللبن البقرى الفرز المضاف إلـــي ٥% سكر.

الباب الثاني

اليوغورت (الزبادي)

الفصل الأول

الطرق المختلفة لصناعة اليوغورت (الزبادي)

- نبذة تاريخية عن اليوغورت
- تعريف ومكونات اليوغورت
- صناعة الزبادي في المنزل.
- صناعة الزبادي في المعامل أوالمصانع الصغيرة بالطرق المتقطعة.
- صناعة الزبادي في المصانع الكبيرة بالطرق المستمرة.

نبذة تاريخية عن اليوغورت

يقال أنه بدأ أنتاج المزارع اللبنية كغذاء منذ ٤٥٠٠ سنة علي الأقل، أى من الألفية الثالثة قبل الميلاد.

وأول يوغورت ربما يكون أنتج بواسطة البكتريا البرية الموجودة في جلد الماعز، الذي يصنع منه الحقائب المحمولة بواسطة البلغاريين، أو ما يسمى Hunno-bulgaris الذين بدأوا الهجرة لأوربا في القرن الثاني وأستقروا في البلقان في نهاية القرن السابع. والآن كل دولة تدعي أن اليوغورت هو ملكها، ولا يوجد أى معلومات أكيدة عن منشأ اليوغورت .

ونظرية أستخدام اليوغورت بواسطة الأتراك القدماء معتمدة علي كتاب Diwan lughat للمؤلف Mahmud Kashgari الذي كتب في القرن الحادي عشر. كذلك كتاب Kutadgu Bilig الذي كتب بواسطة Yusuf Has Hajib، كما أن أول معلومات للأوربيون عن اليوغورت نشاهدها في تاريخ الطب الفرنسي French clinical history من تاليف Francis والذي وصف فيه أن اليوغورت يساعد علي الشفاء من الأسهال.

وبقي اليوغورت غذاء مبدئي في جنوب آسيا، ومركزها وغربها، وجنوب شرق أوروبا ومركز أوروبا، حتي النصف الثاني من القرن التاسع عشر، إلى أن ظهرت نظرية غير مثبتة بواسطة عالم بيولوجي روسي يسميIlya Ilyich Mechnikov والتي ذكر فيها أن الأستخدام الكثير لليوغورت هو العامل المسئول عن طول عمر البلغاريين، واعتقد أن بكتريا *Lactobacillus* ضرورية للصحة الجيدة. وقد عمل Mechnicov لجعل اليوغورت في متناول الأوربيون، وجعله مادة غذائية في أوروبا.

وقد قام أحد رجال الأعمال الأسبانيين يسمي Isaac Carasso بتصنيع منتج اليوغورت، وفي ١٩١٩ بدأ Carasso في عمل مصنع صغير لأنتاج

اليوغورت في Barcelona، وأطلق علي هذا المصنع اسم أبنه Danone والذي يعرف في أمريكا بأسم Dannon.

وتصنيع اليوغورت بأضافة الفاكهة المعروفة بالمرملاد Marmalade، تم أختراعه ليكون أكثر حماية لليوغورت ضد التعفن أو الفساد، وقد تم ذلك بواسطة Radicka Mlekarna عام ١٩٣٣. وأصل كلمة يوغورت Etymology of yoghurt هو أن هذه الكلمة أشتقت من الكلمة التركي Yogurt، والتي اشتقت من الصفة yogun والتي تعني مكثف وسميك، أو من الفعل yogurmak والذي يعني يعجن أو يدلك، والمحتمل أن تعني to make dense أى يعمل سمك أو كثافة، والتي تعني كيف يعمل اليوغورت.

مكونات اليوغورت (الزبادي):

يصنع اليوغورت (الزبادي) بادخال نوع محدد من البكتريا إلى اللبن، مع ضبط درجة الحرارة وظروف البيئة، خصوصا في أنتاج المصانع،فتستهلك البكتريا سكر اللبن الطبيعي، وتطلق حمض اللاكتيك كمنتج متخلف عن ذلك. وزيادة الحموضة ينتج عنه تحول بروتين اللبن إلى كتلة صلبة (خثرة)، نتيجة تجبنه، وزيادة الحموضة pH-5 أيضا يمنع تكاثر البكتريا المرضية، وفي الولايات المتحدة الأمريكية يسمي اليوغورت بأنه المنتج الذي يجب أن يحتوي علي بكتريا

Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus and lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus

وعادة هذين النوعين من البكتريا يشتركان مع بكتريا حمض اللاكتيك في طعم اليوغورت والتأثير الصحي، وتشمل هذه البكتريا سلالات من *L. acidophilus* ، *Bifidobacterium*، *L. case*

وفي أغلب البلاد يسمي المنتج يوغورت أوزبادي أذا وجدت فيه بكتريا حية في المنتج النهائي، أما المنتجات التي يتم تعقيمها بعد تصنيعها، فأنها لا تحتوي علي بكتريا حية فتسمي ألبان متخمرة شراب Fermented milk drink.

ويباع اليوغورت الغير محلي في صورة شراب في الغرب علي أنه لبن خض، أو لبن خض متخمر.

وللتغلب علي الطعم الحامضي للزبادي، فأنه دائما يباع محلي ومنكه، أو يباع في عبوات مع الفاكهة أو مربي الفاكهة، والتي تكون في قاع العبوة، وأذا تم تقليب الفاكهة في اليوغورت قبل تسويقه فأنه يكون النوع السويسري.

وفي أغلب انحاء الولايات المتحدة الأمريكية يضاف لليوغورت بكتين، أو جيلاتين ومثل الجبن بالقشدة فأنه في بعض أنواع اليوغورت يوجد طبقة من الدهن المتخمر علي السطح، وتستخدم مربي الفاكهة بدلا من قطع الفاكهة الطازجة في اليوغورت بالفاكهة، وذلك للسماح لليوغورت بالتخزين لاسابيع لأن المربي تزيد فترة الحفظ.

تعريف اليوغورت (الزبادي):

هو لبن متخمر ذو قوام نصف صلب، صنع من قرون مضت في بلغاريا، ثم زادت شعبيته وأصبح يستهلك في أغلب أجزاء العالم، وبالرغم من أن تركيبه وطعمه يختلف من مكان إلى آخر إلا أن الأساس في تصنيعه واحد.

الألبن املستعملة لإنتاج اليوغورت (الزبادى):

يستعمل في أنتاجه ألبان الحيوانات المختلفة، ولكن غالبية منتجي اليوغورت يفضلون أستخدام اللبن البقري الكامل، أو المنزوع قشدته جزئيا، وأحيانا يستعمل اللبن الفرز أو القشدة لمقابلة أحتياجات تطور نمو البادئ.

واللبن المستخدم يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية:

١- منخفض العد البكتيري.

٢- خالي من المضادات الحيوية، الكيماويات، ألتهاب الضرع ، التزنخ، لبن السرسوب.

٣- غير ملوث بالبكتريوفاج.

المواد الإضافية الداخلة في التصنيع (يمكن أن تستخدم أو لا تستخدم)

- لبن فرز مركز_ لبن فرز مجفف- شرش-لاكتوز. وكل هذه المواد تستخدم لزيادة المواد الصلبة-اللادهنية.
- مواد التحلية مثل الجلوكوز- السكروز- المواد الشديدة الحلاوة الصناعية مثل الأسبرتام
- المثبتات مثل الجيلاتين -الكربوكسي ميثيل سليلوز-صمغ-بذور الخروب- الألجينات- الكارجينان- مركز بروتينات الشرش.
- المواد المكسبة للطعم مثل مستحضرات الفواكه، والمواد المكسبة للطعم الطبيعية والصناعية والمواد الملونة.

البادئ:

يستخدم بادئ خليط من

Str. salivarius subsp thermophillus (ST)
Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus (LB)

وبالرغم من أن كل نوع ممكن أن يستخدم بمفرده لأنتاج اليوغورت، إلا أن أستخدام الأثنين معا يعطي نتائج أفضل لأنتاج الحمض.

وينمو(ST) اسرع وينتج كلا من الحمض وثاني أكسيد الكربون، والمواد المتكونة من نشاط (ST) تشجع نمو(LB).

ومن ناحية أخرى التحلل البروتيني بواسطة (LB) ينتج مواد منشطة من الببتيدات والأحماض الأمينية للـ (ST) بكتريا.

ونواتج التحلل بواسطة بكتريا البادئ، مهمة لأنتاج يوغورت موحد الصفات من حيث الطعم والتركيب، وتكون خثرة اليوغورت يرجع إلى انخفاض الـpH بواسطة البادئ، وقد وجد أن *Streptococci* مسئولة عن الأنخفاض المبدئي في الـpH تقريبا إلي 5 pH وبكتريا *Lactobacilli* مسئولة عن الأنخفاض التالي إلى 4 pH ومركبات التخمر التالية تكون مسئولة عن الطعم:حمض اللاكتيك والأسيتالدهايد.

صناعة الزبادي منزليا وللمشروعات الصغيرة

١- تسخين اللبن:

يصفي اللبن ويغلي في إناء مناسب مع التقليب المستمر لمدة نصف ساعة، حتي لا يحترق اللبن الملاصق للقاع، والغرض من ذلك هو القضاء علي البكتريا المرضية، ونسبة كبيرة من الميكروبات التي في اللبن. وتركيز مكونات اللبن بنسبة من ١٠ -١٥ % لزيادة قوام الزّبادي الناتج.

ملاحظة: يمكن زيادة تركيز اللبن بزيادة المادة الصلبة، مع تقليل مدة الغليان إلى ١٠ دقائق، بأضافة ٣ ملاعق لبن بودرة لكل كيلو لبن سائل.

٢- تبريد اللبن:

ترفع الأنية بعد التسخين وتوضع في ماء بارد، حتي تصل درجة حرارة اللبن الي ٤٠ °م مع التقليب المستمر.

٣- أضافة الخميرة:

- ينتخب زبادي خالي من أى طعم غريب قوامه متماسك، غير فاصل للشرش.
- تكشط الطبقة السطحية المعرضة للتلوث.

- تؤخذ الخميرة المناسبة من وسط الكمية المتبقية بمقدار ملعقة شاي لكل كيلو لبن.

تدهك جيدا في طبق نظيف بملعقة نظيفة، ثم تخفف بجزء من اللبن ثم تضاف إلى باقي اللبن بأستخدام شاشة معقمة مع التقليب المستمر لتوزيعها توزيع منتظم (درجة حرارة اللبن المضاف أليه الخميرة حوالي ٤٠ °م)

٤-تعبئة اللبن:

يعبأ اللبن السابق في العبوات الخاصة

٥- التسوية (التخمر):

تحضن العبوات على درجة حرارة ٤٠°م إلى أن يتم التجبن ويستغرق ذلك حوالى ٣-٤ ساعات.

كيفية حدوث التجبن في صناعة اللبن الزبادي:

تهاجم بكتريا حمض اللاكتيك سكر اللاكتوز وتحوله إلى حمض لاكتيك، يتحد حمض اللاكتيك المتكون مع الكالسيوم المرتبط بالكازين الموجود في صورة كازينات كالسيوم غروية مكونا لاكتات الكالسيوم وينفرد الكازين، كما أن الزيادة في حمض اللاكتيك تتحد مع الكازين المنفرد وتتكون لاكتات الكازين. ومن ذلك يتضح أن الخثرة في الزبادي والألبان المتخمرة بصفة عامة تتكون من كازين ولاكتات كازين.

الأحتياطات التي يجب مراعاتها:

- أستخدام لبن نظيف طازج من حيوان سليم.
- الأواني المستخدمة تكون نظيفة ومعقمة، أو تستخدم عبوات بلاستيكية نمرة واحدة.
- تسخين اللبن في حمام مائي مع التقليب الجيد المستمر.
- تبريد اللبن مباشرة إلى الدرجة المناسبة.

- **انتقاء الخميرة الجيدة من مصدر موثوق به.**
- **مزج الخميرة جيدا مع اللبن.**
- المحافظة علي درجة الحرارة المناسبة اللازمة للتحضين (٤٠-٤٢°م) ثابتة.
- حفظ المنتج بعد التجبن مباشرة في الثلاجة، الزبادي الجيد هو الخالي من المواد المخاطية والقليل الحموضة.

عيوب الزبادي

الطعم الحامضي: وأسبابه

- أرتفاع درجة حرارة التسوية عن اللازم.
- زيادة كمية البادئ المستخدمة في الصناعة.
- طول فترة التسوية عن اللازم.

القوام الضعيف أوالتجبن البطئ: وأسبابه

- أستخدام بادئ ضعيف نتيجة لقدم البادئ وتركه مدة طويلة بدون تنشيط.
- عدم التسخين الكافي إلى درجة أقل من ١٨٠° ف.
- أستخدام لبن مغشوش أو منخفض في نسبة الجوامد اللبنية.

الطعم الناقص: وأسبابه هي

- أستخدام لبن فرز أولبن فقير في الجوامد.
- قلة الحموضة في الناتج النهائي، ولكي يكون الزبادي ذو رائحة وطعم مقبولين، يجب إلا يقل الدهن عن ١,٥ % وأن تكون حموضته لا تقل عن٠,٨٦ %.

تكوين كمية من الشرش وأسبابه

- زيادة تكون الحموضة وهذا يعطي خثرة جامدة عن اللازم وينفصل الشرش.
- حفظ اللبن علي درجة حرارة مرتفعة بعد التسوية (التحضين).
- رج اللبن أو هزه وهو علي وشك التجبن.

طراوة القوام: وأسبابها

- تعود إلي الخميرة سواء كميتها أو نوعها أو تلوثها.
- عدم تخمر الزبادي للوقت الكافي.

زبادي مثقب ومنتفخ: وأسبابه

- نتيجة وجود تلوث بالأحياء الدقيقة تولد غازات، والتلوث يكون أما في اللبن لعدم الغلي الجيد أو تلوث الأواني أو الخميرة (البادئ).

الطعم الشايط:

وهو تعرض اللبن للشياط أثناء الغلي لعدم التقليب.

الطعم المر أو اللاذع:

لتلوث اللبن أوالخميرة (البادئ).

<u>نصائح عند أستعمال الزبادي:</u>

عند أستعمال الزبادي من قبل المستهلك يجب الكشف علي الشكل المظهري والقولم والحموضة كما يلي:

- ملاحظة مظهر العبوة من حيث إحكام الغلق والنظافة الخارجية للعبوة وتحسس درجة حرارتها، علاوة علي ظروف تخزينها وتسجيل تاريخ الأنتاج عليها.
- ملاحظة سطح الناتج من حيث وجود تهتك للسطح في منتصفه، والناتج عن تكاثر الميكروبات المكونة للغازات مثل الخمائر وبكتريا

القولون، أو تواجد نمو فطري علي السطح، كما يلاحظ تكون شرش علي السطح أم لا .

- يتم إمالة سطح العبوة قليلا، فأذا كان سطح العبوة ثابت بدون أى تموجات فهذا يدل علي أحتواء الزبادي علي النسب المطلوبة من الجوامد وجودة قوامه.
- تذوق الطعم، ويجب علي المستهلك الأحساس بالطعوم الغريبة، مثل الطعم الخميري الناتج عن التلوث بالخمائر والفطريات، والطعم الحامضي اللاذع نتيجة طول فترة أو سوء التخزين، والطعم المر نتيجة قدم الناتج، ونشاط بعض الميكروبات المحللة للبروتين والمنتجة للببتيدات المسببة للطعم المر.
- ودائما ينصح بتناول قسطا من الألبان المتخمرة أو الزبادي بعد تناول العشاء، أو بمعني آخر ينصح أن يكون آخر ما وصل للمعدة قبل النوم هو هذا المنتج، للقضاء علي البكتريا التعفنية بالأمعاء.
- كذلك ينصح بتناول الزبادي علي الوجبات الدسمة للمساعده علي هضمها من خلال بكتريا الموجودة فى الزبادي.
- دائما ينصح بعدم وضع السكر علي الزبادي، أذا ما تم أستعماله قبل النوم للوصول إلى الفائدة العظمي من البكتريا الموجودة فيه.
- لابد من تشجيع الأطفال علي تناول الزبادي أو الألبان المتخمرة بصورة كبيرة وأساسية، لقيمتها التغذوية والصحية العالية، وعند تعذر تقبل الزبادي فيمكن أن يحول إلى أى من الأشكال التالية لزيادة التقبل:

١. **الزبادي المخفوق:** يخفق بالخلاط حيث يزاد حجمه إلى ٧٥ % نتيجة دفع الهواء بالناتج المتخمر ولاسيما لاضافة مطعمات مثل الشيكولاته أو مركزات الفواكه ويحفظ تحت التجميد.

٢. **زبادي الفواكه:** قد تضاف الفواكه الغير حمضية عند التصنيع، أما أن توضع الفواكه مع الزبادي أثناء التحضين، أو يمكن أضافتها عند الأستهلاك بالمزج، والفواكه التي يوصي بأستخدامها لهذا الشان (الموز-الكانتلوب – المانجو) ولا ينصح بأستخدام الموالح بصفة عامة.

٣. **مشروب الزبادي:** حيث يخفق الزبادي بحجم مناسب من اللبن الكامل، ويمزج بالخلاط لدفع الهواء به، أو يخفف بعصائر الفواكه ويحفظ بالثلاجة.

وأذا كان مستهلك الألبان المتخمرة (كالزبادي) علي دراية كافية بتصنيعه جيدا في المنزل، فأليه بعض الطرق لاطالة القوة الحفظية :

- تجنب التلوث بمكان التصنيع.
- خلو البادئ المستخدم من الملوثات.
- تركيز اللبن جيداً عند المعاملة الحرارية.
- تطهير أدوات أعداد الزبادي جيداً عند الأستخدام.
- التحضين في أماكن معقمة ونظيفة.

تصنيع اليوغورت(الزبادي) بالطرق المتقطعة (البطيئة)

صناعة اليوغورت تشمل تعديل تركيب اللبن، البسترة، التخمير علي درجة حرارة دافئة، التبريد، أضافة الفاكهة والسكر والمواد الأخري.

أولا تعديل تركيب اللبن:

عندما يصل اللبن إلى المصنع يعدل تركيبه، ويشمل ذلك تخفيض نسبة الدهن، وزيادة نسبة الجوامد. وفي صناعة اليوغورت تعدل نسبة الجوامد الي١٦ %، بحيث تكون من ١- ٥ % دهن، ١١- ١٤ % جوامد لا دهنية، ويتم ذلك بعمل تبخير لجزء من الماء أو أضافة اللبن المركز أو المجفف، وزيادة جوامد اللبن تحسن القيمة الغذائية لليوغورت، وتحسن خواصه وتعطي يوغورت أكثر تماسكا وثباتا.

وتضاف الفاكهة بعد حدوث عملية تكون خثرة اليوغورت، حيث تضاف قبل التعبئة، وبذلك تنخفض قابلية الفاكهة للأنفصال في أثناء التخزين، ومخلوط الزبادي يجب أن لا يحتوي علي جوامد دهنية أقل من ١٢ %، وذلك لزيادة اللزوجة وزيادة المقاومة للتشريش wheying-off، وزيادة البروتين يزيد اللزوجة في المنتج النهائي، لأنه هو الذي يكون التجبن و خصوصا الكازين .

ثانيا البسترة:

بعد عملية التعديل للمكونات الصلبة في اللبن، تضاف المثبتات في تلك الخلاط المزود بقمع للبودرة ومزود بنظام تقليب، وتتم البسترة بعد ذلك علي درجة ٨٥ °م لمدة ٣٠ دقيقة، أو علي ٩٥ °م لمدة ١٠ دقائق، ودرجات الحرارة هذه أعلى من المستعملة مع اللبن السائل وذلك لأهميتها التالية:

١- القضاء علي الميكروبات التي ممكن أن تتداخل مع عملية التخمر، وانتاج لبن معقم تقريبا يلائم نمو بكتريا البادئ.

٢- دنترة بروتينات الشرش في اللبن، والتي تعطي للمنتج النهائي قـوام وتركيب أفضل وتحسن اللزوجة.

٣- هذه المعاملة الحرارية تساعد علي تحرر بعض المركبات التي تعمل علي تنشيط نمو البادئ.

٤- للتسخين أيضا تأثير كيميائي طبيعي علي بـروتين اللـبن وبعـض الأضافات في المخلوط، فالمعاملة الحرارية ربما تكـون ضـرورية للحصول علي حالة تكوين الجيل وتكوين شبكة البروتين، التي تعطي المنتج لزوجته وتركيبه النهائي.

ثالثا التجنيس:

يجنس بعد ذلك المخلوط بأستخدام الضغط الغالي ٢٠٠٠- ٢٥٠٠رطل.

أهمية التجنيس:

١- العمل علي خلط المكونات.

٢- منع تكوين طبقة القشدة علي سطح اليوغـورت، ومنـع أنفـصال الشرش أثناء التحضين أو التخزين.

٣- أعطاء اليوغورت قوام انعم وقشدي نتيجة لتكسير الدهن.

٤- أعطاء منتج موحد الصفات.

٥- عدم أنفصال مكونات اليوغورت أثناء التحضين أو التخزين.

رابعا التلقيح والتحضين والتبريد:

يبرد اللبن إلي ١٠٩,٤ -١١٤,٨°ف (٤٣ -٤٦ ° م)، وبمجرد أن تـنخفض درجة الحرارة إلى هذه الدرجة المثلي لنمو ميكروبات البادئ، يضاف البادئ بنسبة ٢% (ويتكون البادئ من *Lactobacillus spp*، *Streptococus spp* بنسبة ١: ١)، وذلك إلى وعاء التخمر المزدوج الجدار، وتثبت درجة الحرارة عند ٤٣° م دون حدوث أى أهتزاز أو تقليب لمـدة ٤ - ٦ سـاعات. ودرجـة

الحرارة المستعملة في تحضين اليوغورت وسط بين درجتي الحرارة المثلي لنمو نوعي البكتريا (L.B.C) ٤٥ °م و(S.C.C) ٣٩ °م.

وعملية التحضين والتخمردائما تتم في أوعية من الصلب المحكم الغلق المعقمة، وتضبط درجة الحرارة ويحافظ عليها ثابته عند درجة الحرارة المثلي لنمو بكتريا البادئ، ويقاس حمض اللاكتيك المتكون أثناء عملية التخمر.

وتوقف عملية التخمر بالتبريد عند وصول حمض اللاكتيك إلى الدرجة المرغوبة، وطول أو قصر فترة التخمر ينتج عنه منستج ذو صفات غير مرغوبة من ناحية كلا من القوام والطعم، فعملية التخميرالطويلة سوف تعطي فرصة لكائنات أخرى غير بكتريا البادئ للنمو، ويتبع ذلك ظهور مخاطر تكون الرائحة الكريهة.

١- اليوغورت الجالس Set Yoghurt

وتتم عملية التخمر في هذا النوع في العبوات النهائية، حيث يتميز الناتج بقوام جيلي متماسك، وفي هذا النوع يعبأ اللبن مباشرة بعد التلقيح بالبادئ، ويتم التخمر في العبوات. وبعد أنتهاء عملية التخمر وحدوث التجبن وتكون الزبادي، يوضع الناتج في الثلاجة علي درجة حرارة ٥° م لأيقاف نشاط بكتريا البادئ، وأيقاف زيادة الحموضة ومنع حدوث التشريش.

٢- اليوغورت المقلب Stirred Yoghurt

هذا النوع من اليوغورت يحضن في تنكات،فعندما تصل حموضة اللبن أثناء التخمر٠,٨٥-٠,٩٥ %، يغير الماء الذي في الجدار المزدوج بماء بارد، ويكسر التجبن النهائي بالتقليب، قبل اجراء عملية تعبئة اليوغورت (الزبادي)، وتكون درجة الحرارة عندئذ من ٥ - ٢٢° م ، ويعتمد ذلك علي نوع الناتج.

وتركيب اليوغورت المقلب stirred yoghurt يكون أقل تماسكا من اليوغورت الجالس set yoghurt، ويكون هناك قليل من أعادة التكوين للتجبن بعد عملية التعبئة، وعادة تضاف الفاكهة والمواد المكسبة للطعم إذا لزم الأمر قبل عملية التعبئة، وبعد ذلك يخزن الناتج في الثلاجة علي درجة حرارة 5^{o} م لأيقاف نشاط بكتريا البادئ، ومنع زيادة الحموضة نتيجة لذلك.

٣- شراب اليوغورت Drinking Yoghurt

هذا النوع من اليوغورت شديد الشبه باليوغورت المقلب stirred yoghurt والذي يحدث له تكسير للتجبن قبل التبريد، ولكن في حالة drinking yoghurt فأن التقليب يكون اشد، وقليلا ما يحدث أعادة تكوين للتجبن بعد التعبئة. والجوأمد الصلبة في هذا النوع لا تتعدي ١١ %.

٤- اليوغورت المجمد Frozen Yoghurt

الزبادي المجمد يحتاج إلى وصفة مختلفة، وغالبا ما يتكون من يوغورت خفيف مخلوط مع مخلوط آيس كريم مرتفع في محتواه من الجوامد، وتجري عملية التجميد من خلال الضخ خلال المجمد، في طريقة تشبه صناعة الأيس كريم، وتركيب المنتج النهائي يتاثر كثيرا بالتجميد.

٥- اليوغورت ذو الفاكهة في أسفل العبوة:

خليط الفاكهة يوضع في أسفل العبوة، ويوضع عليه اللبن الملقح بالبادئ، ويجري التخمر في العبوات.

العوامل المؤثرة علي جودة اليوغورت:

١- نوع اللبن.

٢- تعديل اللبن.

٣- أضافة الفاكهة والمثبتات والمستحلبات والمواد الحافظة.

٤- البادئات.

٥- طريقة الصناعة وهل هي مستمرة أو متقطعة.

٦- المعاملة الحرارية.

٧- درجة حرارة التحضين، وعادة تكون من ٤٠ -٤٥°م إلى أن تصل الحموضة إلى ١ % حمض لاكتيك.

٨- التجنيس.

٩- التبريد إلى ٥- ٧° م.

١٠-أضافة الفاكهة والتعبئة..

وقد وجد أنه عند تصنيع اليوغورت (الزبادي) من لبن فرز مسترجع (معاد ذوبانه) فأن التدعيم بواسطة كازينات الصوديوم مع محسنات القوام، أعطى أفضل نتائج حسية وكانت أفضل من التدعيم بأستخدام معزول بروتينات الشرش أو عدم التدعيم.

أجهزة تصنيع اليوغورت بالطرق المتقطعة

أولا: معدات تصنيع اليوغورت الجالس Set Yoghurt

تتلخص طريقة صناعة اليوغورت الجالس في:

١- تلقيح اللبن بالبادئ علي درجة حرارة التحضين المستخدمة.

٢- يضاف أليه المواد المكسبة للطعم والرائحة.

٣- في حالة أضافة الفواكه، تضاف أولا في العبوة ثم تعبأ بعد ذلك باللبن الملقح بالبادئ في عبوات التوزيع، وتقفل وتحفظ علي درجة حرارة التحضين للمدة المطلوبة ثم تبرد.

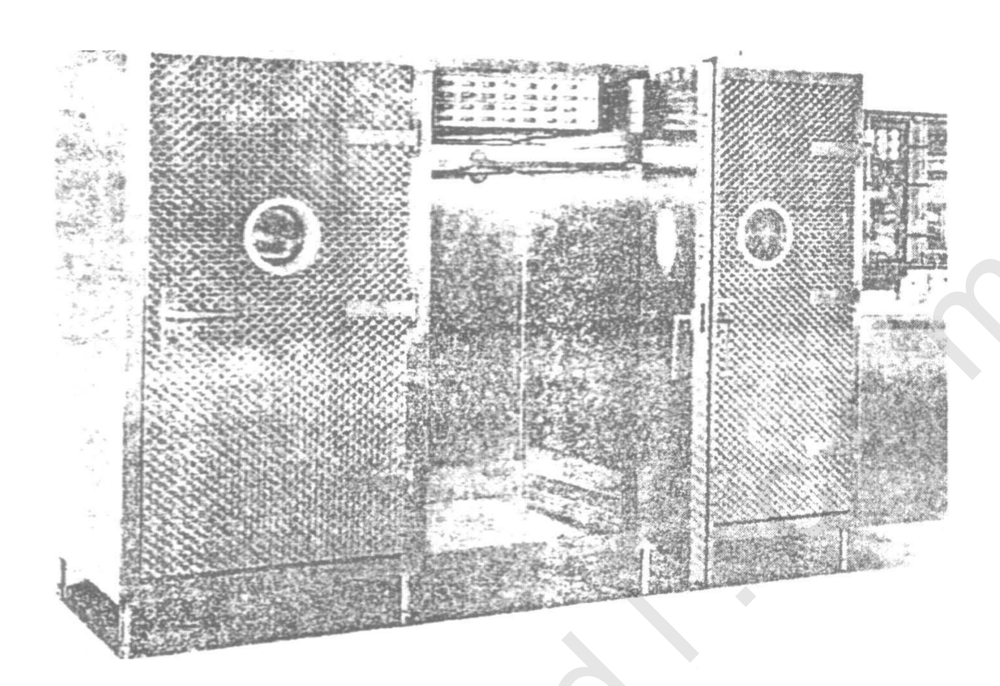
وهناك ثلاثة أنواع من معدات التحضين:

١- معدات تستخدم نظام الحمام المائي Water bath or tanks

وتستخدم دائما مع العبوات الزجاجية بحيث تحفظ العبوات الزجاجية في حوض ضحل يصل أرتفاع الماء الساخن فيه إلى أقل من أرتفاع العبوة ،لتلاشي وقوع أى تلوث من الماء للمنتج، وبعد تمأم التجبن يستبدل الماء الدافئ بالبارد لتبرد العبوات.

٢-نظام الكبائن:

وهذه الكبائن معزولة، وذات حجم يتراوح بين ٢٥٠ -٧٥٠ لتر، يحفظ عبوات اليوغورت أثناء مرحلة التحضين، حيث يدفع فيها الهواء المسخن حتي الوصول إلى درجة الحموضة المطلوبة، ثم يدفع فيها الهواء البارد (شكل ١)



شكل (١): نظام الكابينة في التحضين والتبريد (Incubator/cooler cabinet)

٣- نظام الأنفاق Tunnel

ويستخدم عادة في حالة الأنتاج الضخم وبطريقة مستمرة، حيث توضع العبوات بعد رصها في طبقات علي سير متحرك، يمر داخل نفق يتكون من جزأين:

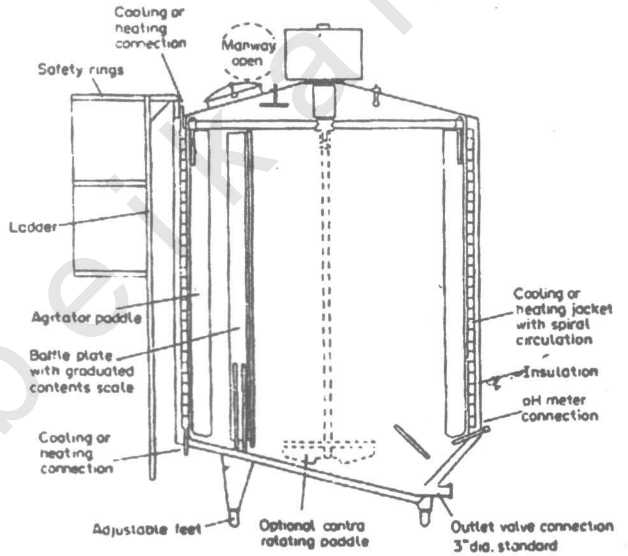
الجزء الأول: يدفع فيه تيار من الهواء الدافئ لتوفير درجة الحرارة المناسبة للتخمر، مع القدرة علي التحكم في سرعة السير تبعاً لسرعة تطور الحموضة في العبوات ثم تمررالعبوات بعد التجبن إلى الجزء الثاني من النفق حيث تبرد العبوات بتيار من الهواء البارد.

ثانيا معدات تصنيع اليوغورت المقلب:

يتم تصنيع اليوغورت المقلب في أحواض علي صورة مجمعة bulk ثم تكسر الخثرة المتكونة بالتقليب، قبل وأثناء التبريد وفي خطوة التعبئة، وهناك أنواع متعددة من الأحواض التي تستخدم في أنتاج اليوغورت المقلب:

الأحواض متعددة الأغراض Multi purpose tank

ويستخدم هذا النوع من الأحواض في أذابة المواد الصلبة المضافة إلى اللبن، والمعاملة الحرارية للبن والتحضين وانتاج اليوغورت، وعلاوة علي ذلك ففي مرحلة التحضين وبعد أن نضيف البادئ إلى اللبن المعدل تركيبيا، وعند الوصول إلى درجة الحرارة المرجوة، يتم الحفاظ علي تلك الدرجة بأمرار ماء دافئ في الفراغ بين جداري الحوض، وبعد أنتهاء التجبن ووصول الحموضة إلى الدرجة المرجوة، يتم دفع تيار من الماء المبرد بين جداري الحوض لتبريد الخثرة للدرجة المطلوبة، مع التقليب البسيط للخثرة (شكل ٢) وشكل (٣) يوضح تخطيط لأنتاج اليوغورت بأستخدام الأحواض متعددة الأغراض.



شكل (٢): حوض متعدد الأغراض

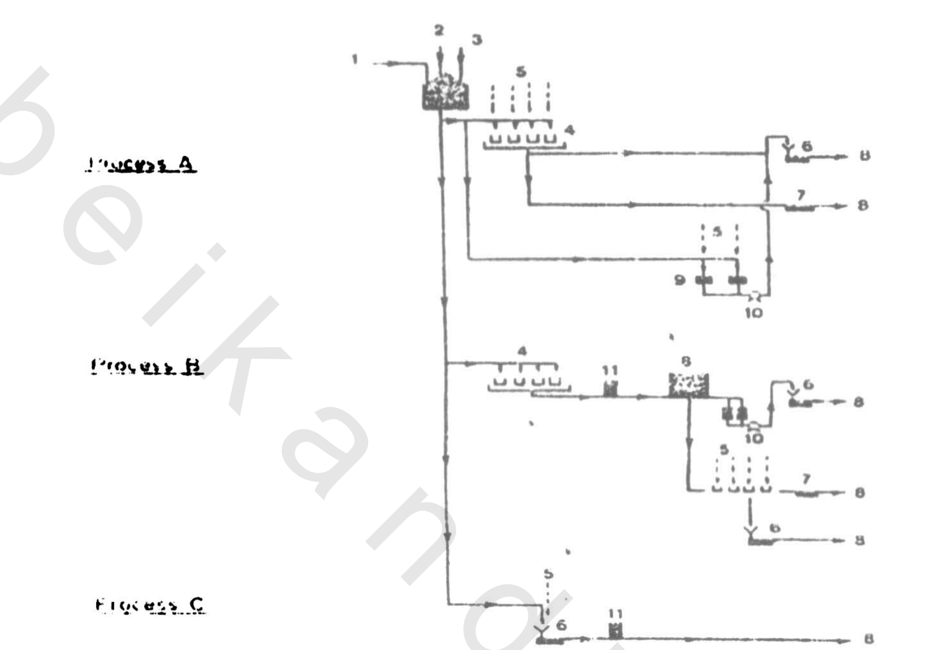


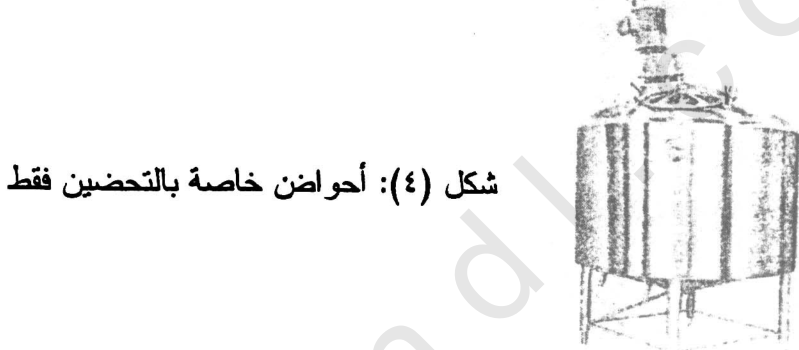
Fig. The small-scale production of yoghurt using a multi-purpose vat

1 Inlet for liquid milk
2 Dried ingredients (milk powder and sugar) added manually
3 Starter culture added manually
4 Stainless steel cans or churns (they contain cold yoghurt —Process A or heated/cooled milk inoculated with starter culture —Process B)
5 Fruit added manually
6 Small scale filling machine
7 Hand-filling machine
8 Cold store
9 Two small tanks (in parallel) used for the addition of fruit-filling can be continuous
10 Positive pump
11 Incubation cabinet

شكل (٣): تخطيط لأنتاج اليوغورت بأستخدام الأحواض متعددة الأغراض

أحواض خاصة بالتحضين فقط Fermentation tank only

ويميز هذا النوع من الأحواض بأن جدرانه معزولة، للحفاظ علي درجة حرارة التحضين ثابتة ومنتظمة خلال فترة التحضين، وقد تم تزويد الحوض بمقلب ولكنه غير أساسى لعدم تكسر الخثرة في هذه المرحلة، وأمكان أزالة الخثرة بسهولة من قاع الحوض المخروطي الشكل (شكل٤)



شكل (٤): أحواض خاصة بالتحضين فقط

أحواض للتحضين والتبريد Fermentation/cooling tank

ويميز هذا النوع من الأحواض بأنه ذو جدار مزدوج، يتم دفع الماء الدافئ بين جداريه أثناء مرحلة التحضين، ودفع الماء المبرد أثناء مرحلة التبريد.

أحواض التحضين المعقمة Aspetic Fermentation tank

يتم في هذه الأحواض تعديل أحواض التخمر العادية لتناسب التحضين تحت ظروف معقمة كما يلي:

١- عزل الحوض.

٢- تزويد الحوض بمقياس للـ pH والحرارة المناسبين.

٣- تزويد المقلب بعازل مزدوج وحاجز من البخار steam barrier للحد من التلوث، ويجب أن تكون فتحة دخول اللبن إلى الأحواض المختلفة قد تم تصميمها للحد من حدوث الرغوة داخل الحوض.

ومن الخطوات المهمة في أعداد اليوغورت المقلب سرعة تبريد الخثرة بعد وصول الحموضة فيها إلى الدرجة المناسبة، وذلك لأبطاء نمو ونشاط بكتريا البادئ بما يسمح بعدم أرتفاع الحموضة عن الحد المسموح، والذي يؤدي إلى عيوب في طعم وقوام المنتج، وعادة ما ينصح بالبدء في تبريد اليوغورت المقلب عندما تصل الحموضة في المنتج النهائي إلى ١,٢ -١,٤ % حمض اللاكتيك، وهذه تكون هي الحموضة المرجوة، وتعتمد سرعة تبريد اليوغورت في الأحواض علي عوامل كثيرة:

١- حجم الحوض والذي يحدد المسطح المعرض للتبريد، فعندما يقل حجم الحوض، يزيد المسطح المعرض للتبريد، وتغيير تصميم الحوض له فائدة في زيادة المسطح المعرض للتبريد، بحيث يسمح بوجود أجزاء داخلية مبردة (حواجز مبردة).

٢- معدل السرعة في التقليب، لأن السرعة في التقليب تؤدي إلى زيادة في سرعة التبريد، إلا أن هذا لا يتماشي مع الحاجة إلى المحافظة علي قوام الخثرة، وبذلك فأن هناك حدا لسرعة التقليب.

٣- الفرق في درجة الحرارة بين وسط التبريد واليوغورت المتخمر، فكلما زاد الفرق زادت سرعة التبريد.

٤- سرعة مرور محلول التبريد.

٥- الفترة التي يتعرض لها المنتج للمسطح البارد.

ودائما ما يستخدم للتبريد محلول ملحي مبرد إلى درجة ٣,٨ -٤°م ، وفي بعض التصميمات التي يتم فيها تبريد اليوغورت خارج حوض التخمر

تستخدم مبردات من النوع ذي الألواح المستخدم في مصانع الألبان، ومن الواجب أن تكون المسافة بين الألواح أكبر من المسافة التي تكون في حالة اللبن، وتتزايد هذه المسافة كلما تقدمنا في الألواح المتتالية، وهذا من أجل التغلب علي الضغط العكسي، ومن أجل الحفاظ علي قوام اليوغورت خلال مرحلة التبريد، ومن الأفضل أستخدام وحدات صغيرة من المبردات ذات الألواح، عن أستخدام مبرد واحد يزداد فيه عدد الألواح المستخدمة. وقد يستخدم أيضا مبردات من النوع الأنبوبي لتبريد اليوغورت، وهذا النوع قد يتسبب في تغير أقل من مبردات الألواح في قوام اليوغورت ولزوجته.

صناعة الزبادى (اليوغورت) فى المصانع الكبيرة بالطريقة المستمرة

معدات أنتاج اليوغورت (الزبادي) بالطريقة المستمرة

يتم أنتاج اليوغورت بالطريقة المستمرة في ٧ خطوات ومراحل، وتشمل: الأعداد الأولي للبن_ معاملة اللبن – تحضير المزرعة- خلط الفاكهة والتعبئة – خطوة نظام CIP – اشياء متنوعة.

أولا: مرحلة الأعداد الأولي للبن: وتشمل

أ- أضافة اللبن البودرة: وتشتمل على:

١- مضخة طرد مركزي لضخ اللبن خلال قمع خلط اللبن البودرة وتنكات التخزين.

٢- قمع خلط البودرة ويلزم وحدة واحدة.

٣- تنك عمودي لتخزين اللبن المدعم باللبن البودرة أو المعدل، ويلزم منها ٢ وحدة.

٤- مضخة طرد مركزي لضخ اللبن المخزن لتنك التوازن، ويلزم منها وحدة واحدة.

٥- تنك وزن لأخذ لبن اليوغورت للمصنع، ويلزم منها وحدة واحدة.

٦- مضخة لضخ اللبن المدعم أو المعدل لالواح التبادل الحراري، ويلزم لذلك وحدة واحدة.

ب - معاملة اللبن: وتشمل

١- وحدة ألواح تبادل حراري لتسخين وتبريد اللبن إلى درجة حرارة التحضين، وسعتها ٢٠٠٠ لتر في الساعة، ويلزم منها وحدة واحدة.

٢- أنبوبة حفظ لحفظ اللبن علي درجة حرارة التسخين لمدة ٣ دقائق، ويلزم منها وحدة واحدة.

٣- مجنس سعة (٢٠٠٠ لتر/ساعة)، لتجنيس اللبن عند ٦٠ ^{o}م ، ويلزم مجنس واحد.

٤- وحدة تسخين ماء لتزويد الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين اللبن.

ج – التركيز بالتبخير: وتشمل

١- وحدة تسخين لتسخين اللبن قبل دخوله إلى المبخر، ويلزم منها وحدة واحدة.

٢- حجرة تفريغ لتركيز اللبن المعدل، ويلزم منها وحدة واحدة

٣- مضخة طرد مركزي لضخ اللبن من المبخر إلى المجنس ، وادارة اللبن في ألواح التبادل الحراري إلى أن يصل اللبن إلى درجة الحرارة المطلوبة، ويلزم منها وحدة واحدة.

٤- مضخة تفريغ لضخ اللبن المركز من المبخر إلى قسم توليد الحرارة في ألواح التبادل الحراري.

٥- مضخة تفريغ لضخ اللبن المركزخلال ألواح التبادل الحراري.

<u>ثانياً: أعداد المزرعة/ أنتاج اليوغورت:</u>

١- يلزم لذلك Viscuabator لأعداد المزرعة الأم، والوسطية والمزرعة المغذية، ويلزم منه وحدة واحدة.

٢ – وعاء المزرعة لأنتاج المزرعة المستخدمة في أنتاج اليوغورت، ويلزم منه وحدتين.

٣- مضخة لضخ المزرعة إلى تنك تحضين اليوغورت، ويلزم منها وحدة واحدة.

٤- مضخة ميترية موجبة لأستمرار تلقيح اللبن بالمزرعة لأنتاج اليوغورت المقلب، أو العادي (الجالس)، ويلزم منها واحدة.

٥- تنكات للتلقيح رأسية ، كل واحدة لها سعة تبلغ ٢٠٠٠ لتر، وانفاق لأنتاج الزبادي العادي، وعددها يتوقف علي الطريقة المتبعة، ويتراوح العدد من ٤ إلى ٥ .

٦- مضخة ازاحة موجبة لضخ اليوغورت المتجبن لالواح التبريد، ويلزم منها وحدة واحدة.

٧- وحدة خلط اليوغورت والفاكهة، ويلزم منها واحدة.

٨- ألواح تبادل حراري بسعة ٤٠٠١/ساعة لتبريد اليوغورت.

٩- وحدة تبريد لتبريد اليوغورت.

١٠- مضخة طرد مركزي تستخدم لضخ الماء في دورة في جانب التبريد.

ثالثاً: خلط الفاكهة /التعبئة:

١- تنكات رأسية للتخزين الوسطي، لها سعة ٣٠٠٠ لتر، ويعتمد ذلك علي الأنتاج ، ويلزم منها اثنين.

٢- مضخة ازاحة موجبة (من النوع المتري) لضخ اليوغورت ونكهة الفاكهة لوحدة الخلط، ويلزم منها اثنين.

٣- وحدة خلط اليوغورت والفاكهة ويلزم منها وحدة واحدة.

٤- ماكينة ملئ اليوغورت بمعدل ٢٠٠١/ساعة ويلزم منها وحدة أو اثنتين.

رابعاً: CIP System

تنكات لمحاليل التنظيف ويلزم منها ثلاثة، ومضخات لادارة السوائل أثناء التنظيف ويلزم منها اربعة، والواح تسخين لتسخين محاليل التنظيف ويلزم منها واحد، مضخة طرد مركزي تستخدم كمضخة تغذية بمحاليل التنظيف ويلزم منها واحدة.مرشح لأزالة الجزيئات الكبيرة للأتربة من نظام CIP ويلزم منها واحد منظم للبخار.

خامساً: تراكيب أخرى Miscellaneous

وحدة تحكم رئيسية main control panel ويلزم منها واحد. مجموعة من الصمامات والأنابيب المطلوبة في الأقسام السابقة.

أقسام المصنع:

يقسم المصنع إلى أقسام للحصول علي أعلى درجة من العمل الأوتوماتيكي، وهذه الأقسام كما يلي

القسم الأول:

في هذه المساحة يتم أستقبال وتخزين اللبن مع تحضير أساسى للمخلوط.

القسم الثاني:

يتم فيه نعديل تركيب اللبن وتجنيسه والمعاملة الحرارية، ويتم ذلك تبعاً لبرنامج يتحكم فيه أوتوماتيكيا.

القسم الثالث:

في هذا القسم تتم عملية التخمر، ويتم التحكم أوتوماتيكيا في درجات حرارة التحضين، ودرجة الحموضة ومبدئيا في مرحلة التبرّيد كلما أمكن.

القسم الرابع:

يتم فيه خلط الفاكهة بالخثرة المتجبنة.

القسم الخامس:

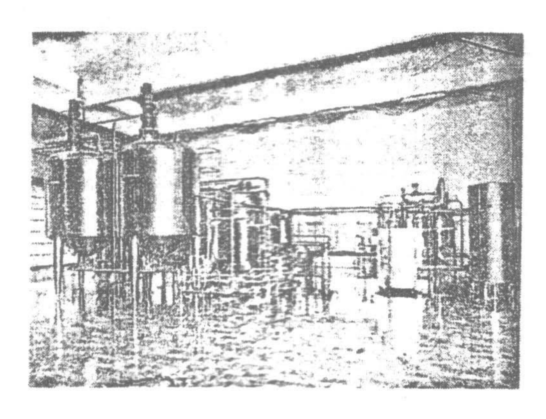
تحضير مزرعة البادئ، ويتم التحكم أوتوماتيكيا في ظروف النمو وتلقيح اللبن بالمزرعة.

القسم السادس:

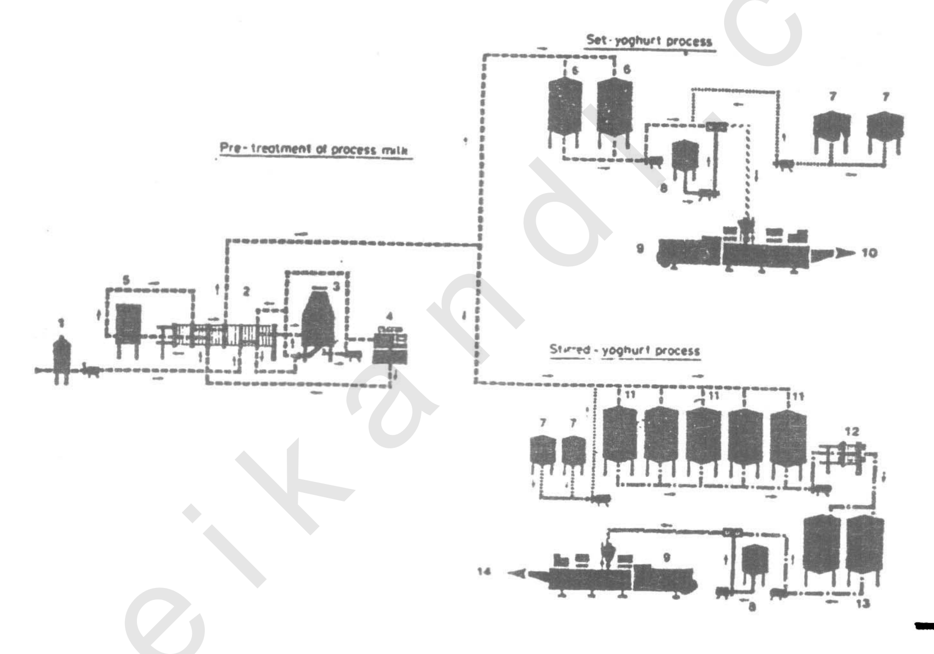
محطة التنظيف في المكان (cleaning in place). ويوجد كثير من الأنظمة الأوتوماتيكية في الأسواق.

شكل(٥): يوضح معدات أنتاج اليوغورت (الزبادي) المقلب أو العادي(الجالس) وتشمل:

١- وعاء خلط (للمواد الجافة)
٢- مجنس.
٣- ألواح تبادل حراري.
٤- أوعية مزارع البادئ الكبيرة.
٥- أوعية مشروب السكر.
٦- أوعية الجيلاتين.
٧- أوعية التخمر (التحضين)
٨- مضخة مترية.
٩- جهاز تكسير التكتلات في التجبن الحادث (الخثرة)
١٠- ألواح تبريد.
١١- تنكات تخزين اليوغورت (الزبادي)
١٢- تنكات تخزين الفاكهة.
١٣- خلاط.
١٤- ماكينة التعبئة.
١٥- حجرات تحضين.
١٦- وحدة لأنتاج مزرعة البادئ الأم.



شكل (٥أ): أنتاج اليوغورت الجالس أو المقلب



شكل (٥ب):

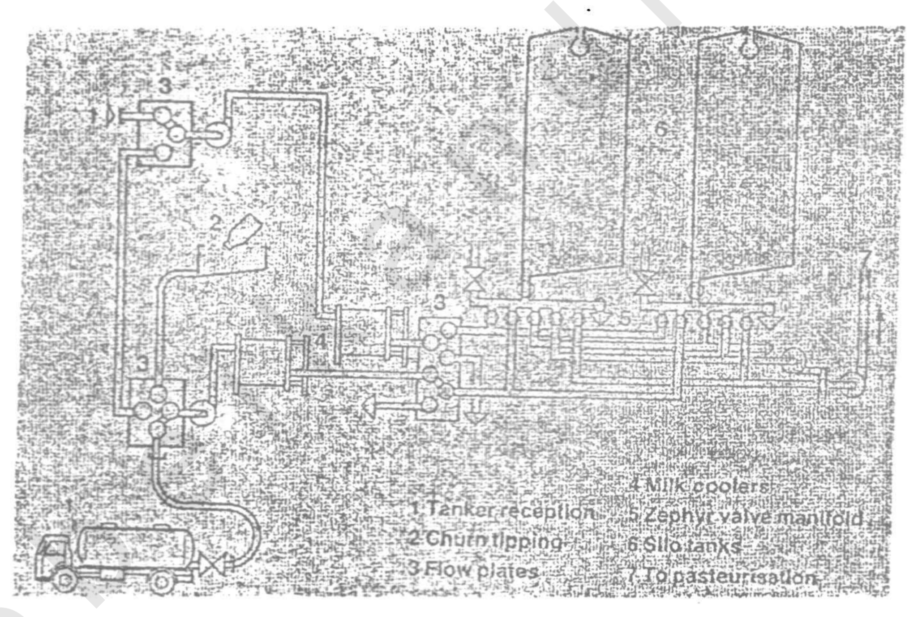
Standardized and/or clarified milk is pumped from storage tank to balance tank (1)
Pre-heat the milk to 90°C in plate exchanger (2), and concentrate under vacuum in an evaporator (3) by removing 15-20% water in order to increase milk solids by 2-4% (if the alternative method, i.e. addition of skim milk powder, is used instead of evaporation, the powder is mixed as illustrated in Figs. 3, 18 and 19.
The condensate from the evaporator is used for "regeneration", i.e. to pre-heat the incoming milk.
In the evaporator (3) the temperature of milk drops to 70°C before it is homogenized at 200 kg/cm^2 (4).
The homogenized milk is fed back to the plate heat exchanger (2) where it is

المراحل المختلفة في التصنيع:

١- أستقبال اللبن وتخزينه.

اللبن المتجمع من المزارع يوزن أو يقدر حجمه بعد أخذ عينة منه للتحليل الكيماوى أو الميكروبي، ويبرد اللبن إلى درجة حرارة أقل من ٥° م، بأستخدام مبرد الألواح، وذلك قبل تخزين اللبن في الـ silo وهو الخزان الأسطوانى الذي يخزن فيه اللبن، واهم الأجراءات التي تجري علي اللبن قبل تبريده هي عملية التنقية.

وشكل (٦) يوضح عملية أستقبال اللبن، ويختبر كل لبن وارد من كل مزرعة حسيا أولا، وأذا ظهر أى روائح غير طبيعية في اللبن الوارد فأنه يرفض مباشرة، والعينة المركبة من الألبان الواردة مجتمعة، تختبر كيميائيا وبكتريولوجيا لتقدير جودتها.



شكل (٦): أستقبال اللبن (تداوله وتخزينه)

٢- المعاملة التمهيدية للبن:

يمر اللبن بعدة معاملات قبل أن يصبح يوغورت، وأحدى هذه المعـــاملات هي عملية تعديل تركيب اللبن.

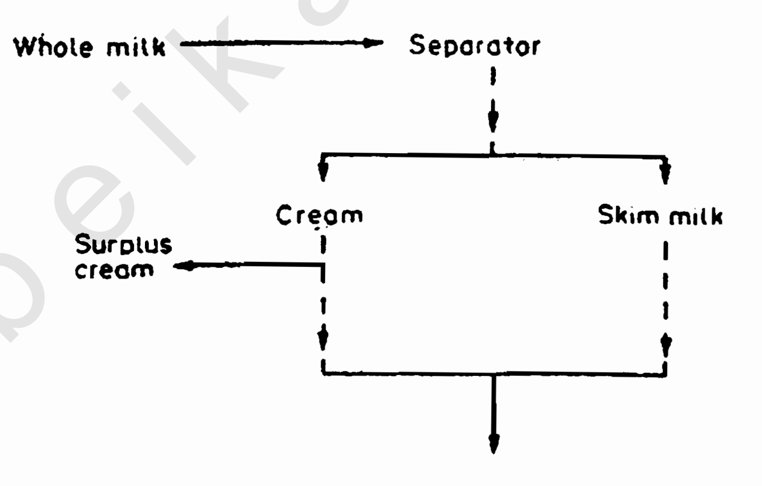
أ- تعديل تركيب اللبن Milk Standardisation

محتوي اللبن من الدهن يتوقف علي الموسم ومصدر اللـــبن، ولكـــن فـــي اليوغورت فإن مستوي الدهن يتحدد بتذوق المستهلك، أو بالقوانين الغذائيـــة للبلد، ولذلك فمن الضروري تعديل تركيب اللبن، وتعديل تركيب اللبن تـــتم تبعاً للتخطيط التالي (شكل ٧) ودقة تعديل تركيب اللـــبن تتحـــدد بالعوامـــل التالية

١- نوع المعدات المستخدمة وكفاءة فصل الدهن.

٢- نظام التحكم المستخدم.

وعملية فرز اللبن تطورت كثيرا في السنوات الأخيرة، ولهذا فـــإن الـــدهن المتبقي في اللبن الفرز غالبا يكون في حدود ٠,٠٥-٠,٠٧ %.



شكل (٧): تعديل تركيب اللبن

ونظام التحكم المستخدم في خط تعديل تركيب اللبن، ممكن أن يكون يــدوي أو أوتوماتيكي، ويوصي بالأول في الأنتاج الصغير أو المتوسط، أما النظام الأوتوماتيكي فأنه ضروري للمصانع التي تتداول كميات كبيرة مــن اللـــبن يوميا. ويستخدم عدة أنظمة لتعديل تركيب اللـــبن أشـــكال (٨)، (٩) و(١٠) وكفاءة أى منها تعتمد علي القدرة علي التأكد من:

١- ضغط اللبن الفرز في الأنبوب الخارج، يكون منخفض عن الضغط في الأوعية التي سيتم خلط اللبن الفرز والقشدة بها

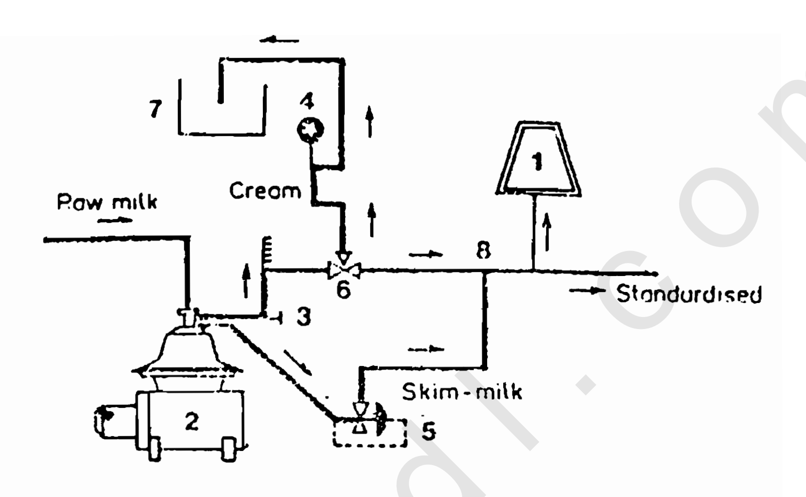
٢- أن يبقي محتوي القشدة من الدهن، ونسبة خلطّ القشدة مع اللبن الفـــرز ثابتة.

تطبيق هذه الأنظمة السابقة في صناعة اليوغورت، يمكــن أن يؤخـــذ فـــي الأعتبار تحت الظروف التالية:

١- أذا كان محتوي اللبن من الجوامد تم تدعيمه بأستخدام لبن مبخر شـــكل (١١)، فيكون من الضروري تعديل الدهن في اللبن قبل بـــدء عمليـــة التركيز.

٢- اللبن الفرز يمكن تركيزه بالتبخير، وقبل عملية التجنـــيس أو المعاملـــة الحرارية، يتم تعديل اللبن الفرز المركز بإستخدام القشدة.

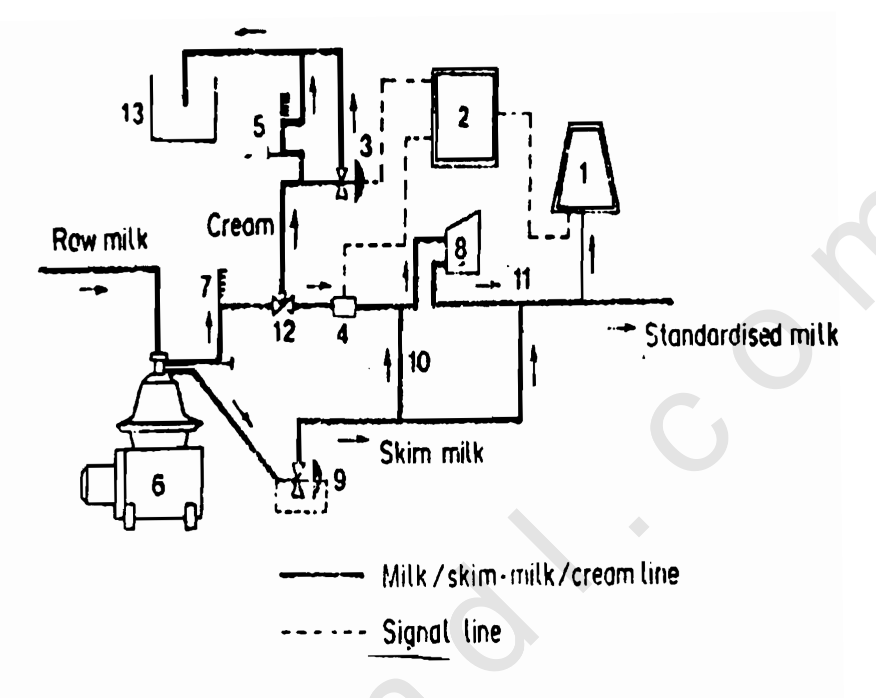
٣- يستخدم أحيانا الترشيح بالأغشية بواسطة أنظمة UF or RO (الترشـــيح الفوقي أو الأسموزية العكسية)، لتركيز اللبن المستخدم فـــي صـــناعة اليوغورت شكل (١٢)، وفي هذه الحالة فمن الطبيعي فصل القشدة من اللبن الكامل، ثم يركز اللبن الفرز إلى مستوي الجوامد المطلوبـــة، ثـــم يعدل تركيبه بعد ذلك بأستخدام القشدة إلى نسبة الدهن المطلوبة.



شكل (٨): تعديل اللبن بأستخدام نظام التنبيه BMS

1. Milko-tester control unit
2. Separator
3. Cream screw
4. Adjustment
5. Constant pressure valve
6. 3-way valve
7. Excess cream
8. Mixing point

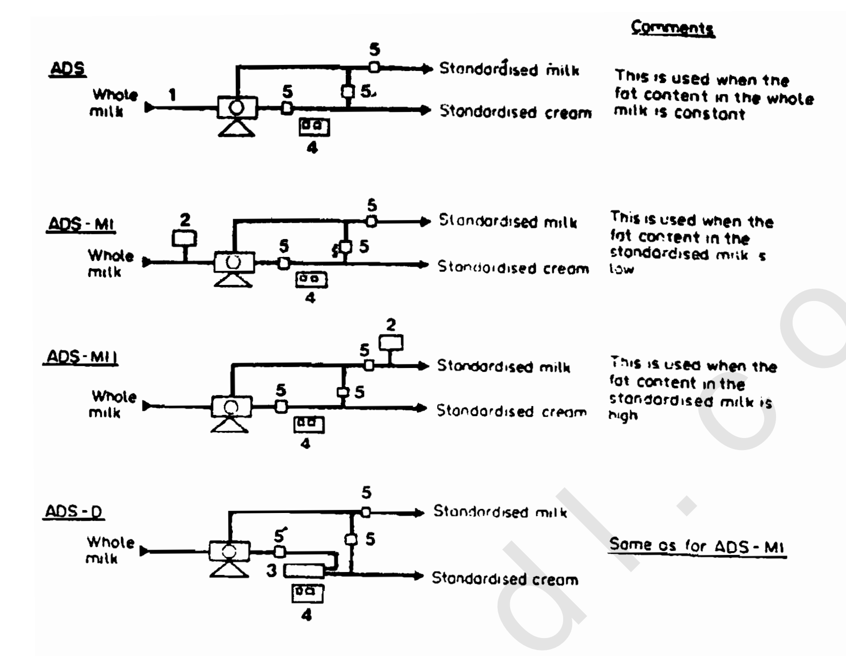
Reproduced by courtesy of Foss Electric (UK) Ltd., York, UK



شكل (٩): نظام Milko-Tester (MTC)

1. MTC with sample-taker
2. Control Unit (MTC controller)
3. Control valve (automatic)
4. Flowmeter with transmitter
5. By-pass valve (manual)
6. Separator, 12,500 l/h
7. Cream screw
8. Homogenizer, 5,000 l/h
9. Constant pressure valve
10. Shunt line
11. Mixing point
12. 3-way valve
13. Balance tank for cream

Reproduced by courtesy of Foss Electric (UK) Ltd., York, UK

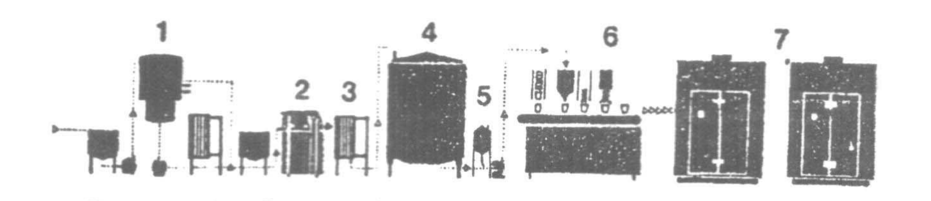


شكل (١٠): بعض أنظمة التعديل الأوتوماتيكية المباشرة (ADC)

1. Manual or Milko-Tester fat content analysis
2. Milko-Tester control (MTC)
3. Density meter
4. Panel with micro computer and recorder
5. Flow meter

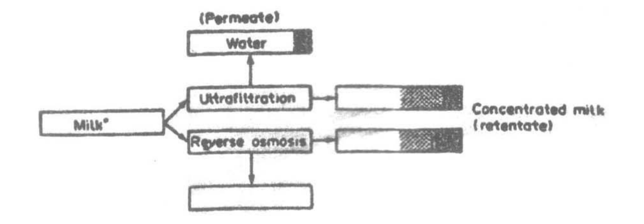
All the above ADS systems use a flow control regulator based on a micro computer

Reproduced by courtesy of Alfa-Laval A/B, Lund, Sweden



شكل (١١): رسم تخطيطي لأنتاج اليوغورت الجالس set yoghurt

- اللبن المعدل يركز في المبخر ذو الاطباق لنسبة الجوامد المرغوبة (١).
- اللبن المسخن إلى ٥٥ –٦٠° م يجنس على ٢٠٠ كجم/سم (٢).
- يجري تسخين اللبن إلى درجة حرارة ٨٥ –٩٥ °م، لمدة ٥ – ١٠ دقائق أو ١٣٥° م لمدة ١٦ ثانية، وذلك في المبادل الحراري ذو الاطباق (٣).
- يبرد اللبن المسخن إلى ٤٥° م ويخزن في التنكات (٤).
- يضاف البادئ المقاس كميته إلى اللبن (٥).
- تتم التعبئة (٦).
- تحضن العبوات على ٤٥° م لمدة ٢,٥-٣ ساعات في حجرة التحضين (٧).
- يبرد اليوغورت قبل توزيعه.



شكل (١٢): الاختلاف في الوزن الجزيئي لايونات الــ retentate و permeate خلال الترشيح بالاغشية.

جزيئات كبيرة الوزن الجزيئي (بروتين-دهن)

جزيئات متوسطة الوزن الجزيئي (لاكتوز-أملاح)

جزيئات منخفضة الوزن الجزيئي (ماء)

وعموما فأن اللبن الزبادي (اليوغورت) يعدل لنسبة الدهن قبل بداية عمليــة التركيز، لكن أذا كان تم تركيز اللبن الفرز بطريقة الترشيح الفوقي UF فأن أضافة القشدة يتم أخيراً بعد التركيز، وسبب أضافة الدهن للبن الفرز المركز في الطريقة الأخيرة، هو أن الضغط العالي المستخدم أثناء عمليــة التركيــز ممكن أن يحطم بعض الخواص الطبيعية للدهن، وبالتالي تؤثر علي جــودة اليوغورت، فمــثلا قــد يحــدث ظــاهرة أنفــصال الــدهن oiling-off أو الخض churning effect.

ب-عملية التدعيم بالجوامد الصلبة:

Fortification of milk solids

مستوي اللبن من الجوامد في المخلوط الأساسى، يمكن زيادتها بواسطة واحد أو أكثر من الطرق التالية:

أولا الطريقة التقليدية:

غليان اللــبن ممكــن أن يــتم فــي وعـــاء يــشابه طـــريقة البـــسترة المتقطعة batch pasteurizer، والغرض من ذلك هو التبخير لــ ١/٣ حجــم

اللبن تحت الضغط الجوي. ولكن هذه الطريقة لا تستخدم في الحالات التصنيعية، ويرجع ذلك أساسا إلى تكاليفها الباهظة، ولكن انطلاق كمية كبيرة من البخار في هذه الطريقة في مكان اجرائها، تجعلها غير مناسبة أيضا للحالات الفردية.

ثانيا أضافة بودرة اللبن:

يمكن أستخدام أنواع كثيرة من البودرة لتدعيم اللبن، ولكن بودرة اللبن الفرز هي الأكثر أستخداما، والمادة الجافة يتم ادماجها مع الوسط المائي، والذي ممكن أن يكون اللبن الكامل أو اللبن الفرز أو الماء، والأجهزة المتاحة صممت لتحقيق الأغراض الأتية:

- الأنتشار الكامل للمادة الجافة في الوسط المائي.
- الإرتباط الكامل لجزيئاتِ المادة الجافة بالماء بدون ترك أى بقايا متكتلة.
- تقليل دمج الهواء إلى أقصى درجة ممكنة، وذلك لتقليل مشاكل تكون الرغوة.
- الوحدة المستخدمة يجب أن تكون سهلة التنظيف والتعقيم.

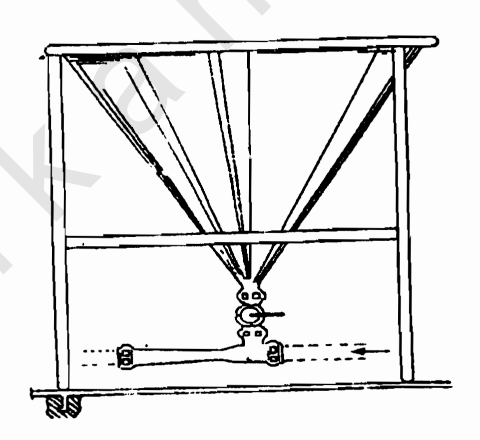
والجهاز المستخدم يعتمد علي الكمية الواردة من اللبن، والطريقة التي يتم بها أمداد اللبن، وعموما فإن اللبن البودرة يعبأ أما في وحدات صغيرة السعة (٢٥ -٥٠كجم)، حيث تكون اكياس ورقية متعددة الطبقات، مع طبقات من البولي اثيلين، أو وحدات متوسطة السعة (تصل إلىّ طن) ، وتكون في عبوات معدنية أو بلاستيكية، أو تكون تنكات حيث تعبأ في المخازن الأسطوانية البنيان.

كذلك طريقة تفريغ العبوات تختلف، فمثلا في حالة الأكياس الصغيرة السعة، فأنها تفرغ مباشرة في وحدات الأسترجاع، أما الكميات الأكبر فأنها تفرغ في منخل لتفريغها في وحدة الخلط.

أما البودرة المخزنة في عبوات معدنية أو بلاستيكية، أو المخزنة في الأبنية الأسطوانية، فأنها تنقل بأستخدام مغذي حلزوني بسرعات مختلفة، أو بأستخدام blower ومرشحات أتربة لأزالة أى جزيئات دقيقة، خصوصا في المصانع التي تتعامل مع كميات كبيرة.

- التالي هو أحدى وحدات خلط بودرة اللبن:

<u>**قمع الخلط (hopper)**</u>: أسترجاع اللبن يتم في صورة متقطعة، والدائرة المغلقة تتكون من تنك وانبوب اتصال ومضخة طرد مركزي وقمع (hopper)، ويملأ التنك عادة بالوسط المائي علي درجة حرارة ٤٠ – ٥٠^{o}م، وتبدا الدورة، وتوصيل القمع (hopper) بالمضخة مهم. انظر شكل (١٣).



شكل (١٣): قمع خلط Hopper يستخدم لأسترجاع اللبن البودرة

ويوجد أختيارين لتوصيل القمع بالمضخة: شكل (٢٤)

الأول: أذا كان القمع hopper يركب في جانب المضخة وهذا يتيح ميزة سرعة الأنتشاروالذوبان التام للبودرة، ويرجع ذلك إلى تأثيرالمضخة، ولكن عيب ذلك هو أمكانية حدوث تكتلات متتابعة في القمع تحدث انسداد فيه.

الثاني: يوضع القمع في الجانب الأخر من المضخة مباشرة بعد الوحدة المجوفة المصممة خصيصا، ويتغلب هنا علي عيب تكون التكتلات (blockage)، ولكن الأنتشار الكامل للبودرة يكون ابطئ، حيث تحدث الوحدة المجوفة تفريغ في الأنبوب، يتسبب في أمتصاص البودرة في المحلول المعاد دورأنه، وتوضيح الدائرتين المذكورتين سابقا في شكل (١٤).

شكل (١٤): شكل يوضح الأحتمالين اللذان يمكن أقامتهما لقمـــع hopper لأســترجاع اللــبن البودرة.

* لزوجة السائل الدائر تزيد وينخفض الضغط، وينخفض أحتمال حدوث سد في القمع.

ويلاحظ عند وصول أى هواء، فأنه يرجع ثانية إلي التانك أكثر من جانب المضخة، لأن الهواء أذا دخل النظام، فأن فعل المضخة الدافع ممكن أن يزيد كمية الهواء الداخل في المنتج، علاوة علي أن خفض التهوية أو تكوين الرغوة ممكن أن يحدث بتركيب صمام خاصً في قمع الفصل، والتأكد من أن خط الرجوع في تنك الخلط تحت مستوي السائل، وأذا أحتاج الأمر أضافة كمية أخرى من البودرة، فأنه يمكن أستخدام أحد الوحدات التالية:

١-خلاط يركب في نفس الخط In line static mixer

٢-محرك عالي السرعة في تنك الخلط High speed agitator in the mixing tank

٣-نافورة (منفث) لسائل عالي الكثافة High velocity liquid jet

٤-خلاط في الخط In line mixer

هي طريقة بديلة للقمع توضع في خط المقلب وبعض الأمثلة لهذه الوحدة ما يلي:

أ. **Tri-blender**

وحدة الخلط هذه زودت بواسطة شركة Ladish الأمريكية، واهم جزء في هذه الوحدة، أن الخلاط ذو النافورة المجوفة يحل محله اداة مزج عالية السرعة، حيث يغذي القمع في الخلاط بالبودرة، وتنتشر في تيار السائل في داخل الخلاط نفسه، هذه الألة التي تخلط وتمزج تسمي احيانا بناشر الأنبوب في الأنبوب tube in tube diffuser وكفاءة المزج ترجع إلى حقيقة أنه في قاع الخلاط حيث تقع آلة المزج، يوجد حاجز يقلل تكون الكتل والرغوة، وبذلك يضمن انتشار متجانس للبودرة، وتزود هذه الألة بصمام فراشة، والذي يمنع الفتح قبل تشغيل الموتور، ويوجد استعداد للتغذية الأوتوماتيكية بالبودرة.

ب- **Silverson mixer**

هذا النوع من الخلاطات يعمل علي سرعات عالية، ويحدث تأثير التجنيس أثناء عملية أسترجاع المواد الجافة. والنوع المستخدم لأسترجاع اللبن البودرة يعرف باسم In-line and the flashmix (شكل ١٥). وتحتوي الوحدة علي كلا الخلاطين معا، وهذه الألة صممت للعملية المستمرة علي سرعات عالية. وفي In-line mixer يوجد رأس، أما في Flashmix فيوجد رأسين، وخواص التشغيل في هذه الرؤوس يمكن وصفها بواسطة المصنعين كما يلي:

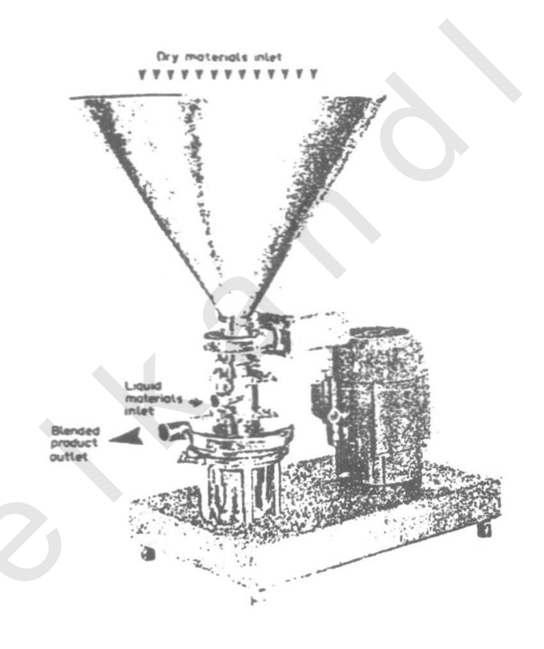
أن المواد داخل الرأس تتعرض لقص هيدروليكي شديد بواسطة الدوران العالي للسرعة لل rotor داخل الفراغ المحدود للحجرة الstator، والقوة المركزية المتولدة بالدوران تدفع المكونات في الرأس، ناحية المحيط الخارجي للراس، حيث تطحن وتخفق المواد الصلبة والسائلة في الفراغ الدقيق بين نهايات النصل الدائر، والحائط الداخلي الثابت، وبتأثير القوة المركزية تقذف المواد من الرأس وتنقل القص الميكانيكي بين الطرف أوالقمة الدائرة، وحافات ثقب الstator.

أخيراً فأن مكونات الرأس تدفع بواسطة نفس القوة المركزة خلال الألة إلى الخارج وعلي طول الأنبوبة، وفي نفس الوقت فأن المواد الطازجة تسحب للداخل للحفاظ علي الرأس مشحونة دائما بالمواد المراد خلطها.

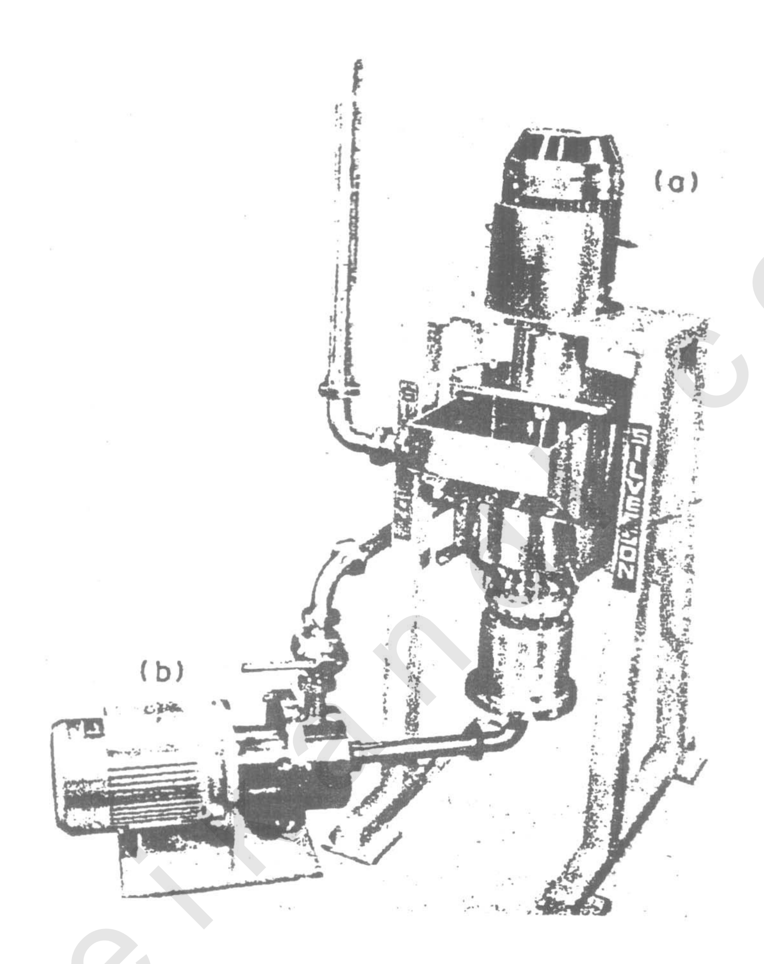
وأستخدام الخلاط In-line بمفرده اظهر محدودية، حيث أن القاء اللبن البودرة خلال القمع في دائرة دائرية تؤدي إلى تقوس محتوم، ولكن بأستخدام خلاط الFlashimx تم التغلب علي هذه المشكلة، ويرجع ذلك إلى حقيقة أن كل من المواد السائلة والصلبة تغذي بصفة مستمرة في قمع مصمم خصيصا وبذلك، قبل ما يمتص مباشرة إلى الstator/ rotor hopper ، وهذه الرأس تحول

بودرة اللبن أو الوسط السائل إلى خثرة، والتي تنتشر بعد ذلك كنتيجة لتـــأثير سرعة القص العالية علي قاع الرأس الثانية.

ومن ذلك يتضح أن كل خلاط صمم لغرض معين، ولأن الجمع بين النـــوعين في خلاط واحد، يجمع مميزات الأثنين ومنها أن عملية الخلط سوف تحتوي علي ثلاثة رووس عاملة بدلا من رأس عامل واحد أو اثنين، وبذلك نتأكـــد من الذوبان الكامل للبودرة وأقل أدماج للهواء، كذلك يحدث بعض التجنـــيس بأستخدام الخلاطين.



شكل (١٥): الخلاط الثلاثي Tri-blender، والذي صمم على tube in tube diffuser (ناشر الأنبوب في الأنبوب).



شكل (١٦): خلاط مزدوج يتكون من:

a- Flashmix (EFF)
b- in line mixer

ج-وحدة الخلط في التنك In-tank mixing unit

الخلط الجيد للبودرة في التنك تتحقق بالتزويد بنظام التقليب والأنسياب المألوف الذي يحدث أثناء خلط السائل وهذا التصميم يتاثر بالأتي:

١-حجم وشكل نظام التحريك (زعنفي - علي شكل التربين-حلزوني-خطافي - مروحي)

٢- موضع المقلب (القاع أو القمة- عمودي أو مائل_ مركزي أو لا).

٣- سرعة دوران المقلب.

٤- شكل الوعاء.

٥- أختلاف الكثافة بين السائل والمقلب.

٦- أدماج الهواء في السائل.

٧- أى تأثير قص.

٨- حدوث دوامة.

د-جهاز أعادة التكوين (الأسترجاع)

Primodan continuous recombiner

أدماج الهواء أثناء عملية أسترجاع بودرة اللبن لا يمكن تحاشيه بأتباع الطرق التي ذكرت سابقا، ووجود الهواء ممكن أن يؤثر علي كفاءة البسترة - التجنيس. وأخراج الهواء من اللبن المسترجع ضروري قبل العملية التالية، وعملية أخراج الهواء ممكن أن تشمل فصل طبيعي بسيط، حيث يترك اللبن بدون تحريك لفترة من الوقت في الخلاط أو التنك، أو ممكن يحدث فصل للهواء تحت تفريغ شكل (١٧). ولكن أذا تم خلط البودرة تحت تفريغ، فأنه يمكن تجنب خطوة أخراج الهواء، ويستخدم لذلك primodan recombiner والذي يتكون من الأتي:

أ- قطاع الأسترجاع، يتكون من وحدة الجرعة dosing unit ومضخة خاصة وتنك التوازن وأعادة الدوران.

ب-تنقل البودرة إلى وحدة الجرعة أوتوماتيكيا.

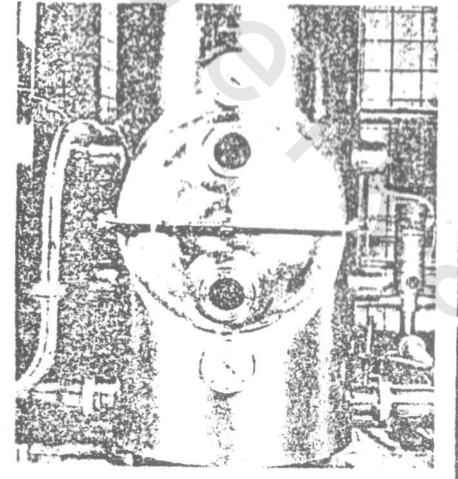
ج-تضاف البودرة أوتوماتيكيا إلى السائل الدائر بتأثير فعل المضخة، والتي تخلق تفريغ تحت وحدة الجرعة dosing unit ومستوي التفريغ الحادث ممكن أن ينظم بواسطة صمام الفراشة.

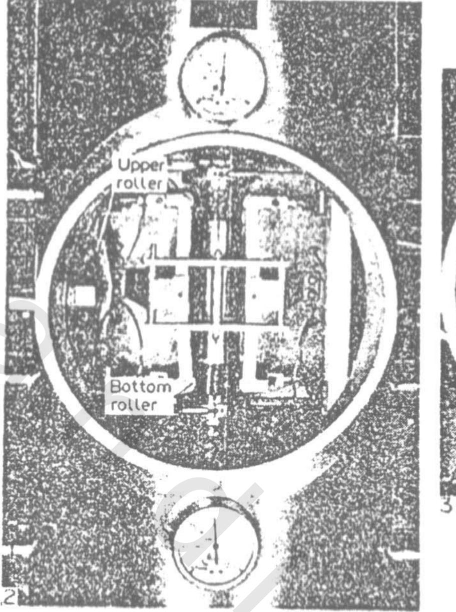
د- آلة الجرعة تتكون من أنبوبة من المطاط المرن تلائم نوعية ضغط البكرة، هذه البكرات تعمل اختياريا، وبذلك عندما يكون قاع البكرات في وضع القفل (الغلق) لالقاء البودرة في وحدة الجرعة، يكون أعلى البكرات في وضع الفتح والعكس صحيح.

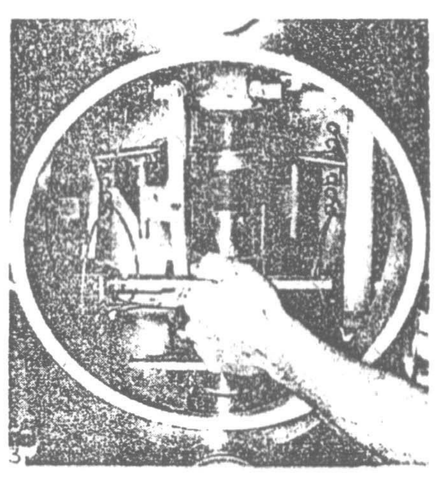
هـ- تمتص البودرة في السائل الدائر تحت التفريغ.

و- كذلك يحتفظ بالتفريغ خارج الأنبوبة المطاط في وحدة الجرعة، وذلك لتخاشي أى التصاق في الأنبوب.

ز- قد صمم تنك التوازن/الدائر لتحرير أى هواء يدمج بالصدفة، أو الهواء الموجود اصلا في البودرة،كذلك هذا التنك زود بحواس لتنظيم دخول الماء أو اللبن وخروج اللبن المسترجع أو المعاد تركيبه.







شكل(١٧): جهاز اعادة التكوين Primodan continuous

1. General view of the dosing unit
2. Dosing device-notice the upper and the bottom sets of rollers
3. The rubber pipe-the dosing unit can deliver 300 gm at each dosing operation

Reproduced by courtesy of Primodan Dairy Equipment A/S, Mφrkφv, Denmark

وعندما نتكلم عن أسترجاع بودرة اللبن فأن هناك حالتين في اللبن البودرة يجب أن نحذرهما:

أولا: أن ليس كل جزيئات اللبن البودرة تذوب أثناء عملية الأسترجاع، ربما أثناء أستخدام بودرة ليست علي درجة كبيرة من الجودة، أو أن آلة الخلط ليست علي درجة من الكفاءة، أو وجود جزيئات شايطة. وكل الأجزاء الغير ذائبة يجب ازالتها كما يلي:

بوجود غربال من الصلب الذي لا يصدأ في الخط In-line stainless mesh أو النايلون الذي يسمي Duplex ومنقي بالطرد المركزي.

<u>ثالثا تبخير اللبن:</u>

عملية تعديل تركيب اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت، ممكن أن تتم بأستخدام مبخر والذي بواسطته يزال (١٠-٢٥ %) من الماء وتزيد الجوامد الكلية بمعدل (٢-٤%). وللتخلص من الكمية المرغوبة من الماء دون التأثيرعلي مكونات اللبن بالحرارة العالية، فأن عملية التبخير تتم تحت تفريغ. ويضخ اللبن الذي سيستخدم في صناعة الزبادي من تنك الوزن إلى المكثف، حيث يسخن مبدئيا ثم يدخل بعد ذلك إلى قسم الألواح في المبخر لتسخين آخر، وبعد الوصول إلى الدرجة فأن اللبن يذهب إلى قسم الفصل، ويزال بخار الماء من اللبن وتكرر الدورة، إلى أن يصل اللبن إلى التركيز المطلوب من الجوامد الصلبة، والأستفادة من الحرارة أثناء عملية التبخير يكون علي درجة عالية من الكفاءة، ويتم تنفيذه بأستخدام thermocompressor، وعلي سبيل المثال فإن بخار المصنع يخلط مع البخار الناتج من المبخر.

ويوجد نوع آخر به A/B (Alfa-laval) single-effect evaporator وفيه يتم تتابع العمليات في التركيز كما يلي:

يسخن اللبن إلى درجة ٦٠ °م في قسم التبادل الحراري بالألواح، مستخدما في ذلك اللبن المركز من التبخير. ثم يسخن اللبن إلى ٨٥-٩٠ °م في قسم التسخين في المبادل الحراري ذو الألواح، واللبن السّاخن يدخل حجرة التفريغ حيث يكون المدخل علي شكل أنبوبة متمددة لمنع حرق اللبن.

ويستمر دوران اللبن حتي نحصل علي التركيز المرغوب، ويتم التحكم في دورة الدوران بسعة حجرة التفريغ وقدرة مضخة التفريغ.

وفي كل دورة يتم التخلص من ٣- ٤ % من الماء الموجود في اللبن، وللحصول علي تبخير ٢٠ %، فأن سريان الدوران لابد أن يكون ٥-٦ مرات من سعة المصنع (شكل ٣,١١) وسعة هذا المبخر تصل إلى ٨٠٠٠ لتر/ساعة، ولكن في المصانع الأكبر يستخدم مبخرات مختلفة، وأثناء التبخير تنخفض درجة حرارة اللبن إلى ٧٠°م. وعموما يتوفر في هذه المبخرات Evaporators المميزات الأتية:

- تحتاج إلى مساحة صغيرة جدا.
- كفاءة الأستفادة من الحرارة.
- فوري في أستعماله.

وبالأضافة إلى ذلك فأن اليوغورت المصنع بأستخدام اللبن المركز بهذه الطريقة يتميز بصفات حسية ممتازه.

رابعا: التركيز بأستخدام الأغشية:

Membrane concentration of milk

الطريقة البديلة الأخري لعملية تدعيم اللبن، هي التركيز بأستخدام اغشية الترشيح، مثل الترشيح الفوقي UF والأسموزية العكسية RO، والأختلاف الأساسى بين نظامى RO وUF هو أن ضغط العملية أكثر أرتفاعاً في حالة RO كذلك أن اغشية RO تكون أقل نفاذية من اغشية UF حيث يكون حجم

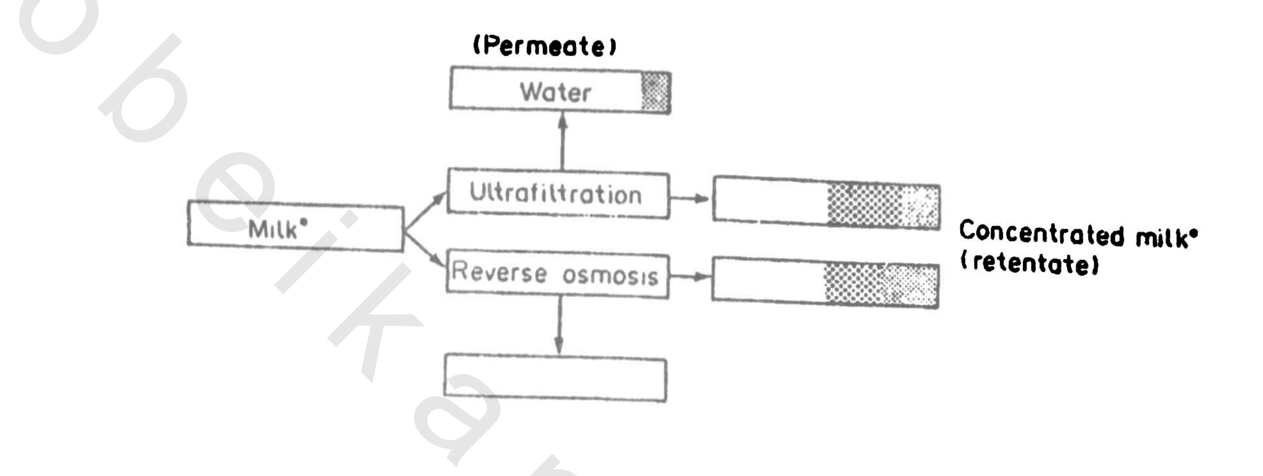
الثقوب في RO أقل من (4A)، أما حجم الثقوب في UF فأنـــه أكبـــر مـــن (20A) مع العلم بأن

1mm =10 A

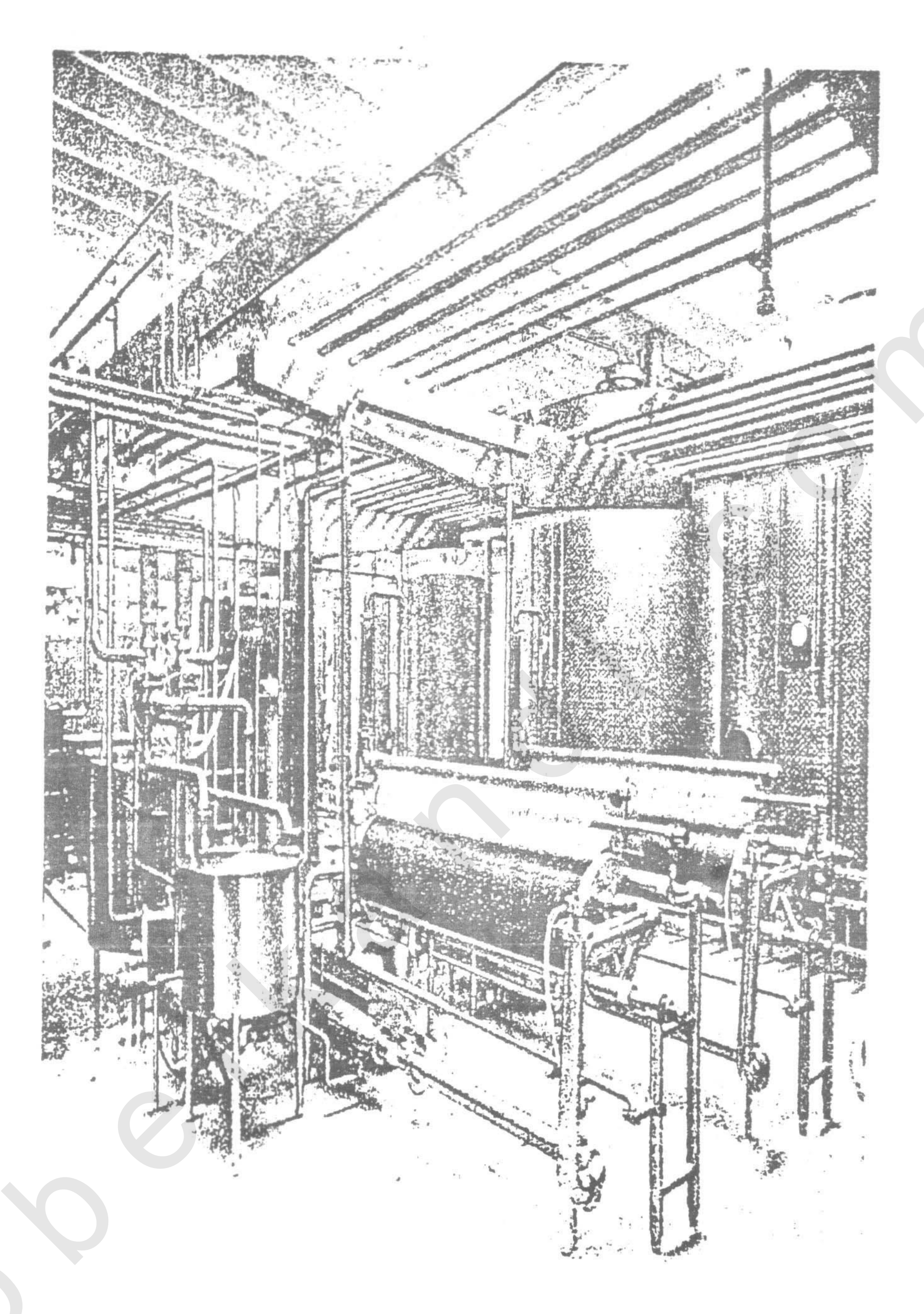
ومكونات اللبن التي تنفذ من الغشاء تسمي permeate والمكونات التي لا تنفذ تسمي retentate وتكون هي الشق المتركز، والمكونات المختلفة الموجودة في اللبن يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مجموعات رئيـــسية، معتمـــدا علـــي الـــوزن الجزيئي، وهي الجزيئات الكبيرة (البروتين والدهن) والجزيئات المتوســـطة (اللاكتوز والأملاح) والجزيئات الصغيرة (الماء).

وفي حالة اغشية.RO تسمح فقط بالجزيئات الصغيرة (الماء) بالمرور خلال الغشاء ويتكون retenate من مركز كل مكونات اللبن، بينما في حالة اغـــشية UF فأنها تسمح بمرور الجزيئات الصغيرة والمتوسطة الذائبة (ماء –لاكتوز – أملاح)، والretentate يكون متركز مـــن الجزيئـــات الكبيـــرة، وتـــشمل البروتين والدهن.

والأختلاف بين permeate وretentate للـــ RO وUF موجود فـــي شـــكل (١٨). وتطبيق أستخدام الترشيح بالأغشية في صناعة اليوغورت، غالبا مـــا يكون بأستخدام الترشيح الفوقيUF لأن لها فوائد في زيادة تركيز البـــروتين، وانخفاض اللاكتوز في اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت، والشكل (١٩) لمصنع يستخدم طريقة UF في صناعة اليوغورت.



شكل (١٨): الفروق الرئيسية فى التركيب بين permeate و retentate
أثناء الترشيح بالأغشية



شكل (١٩): مصنع تركيز اللبن بطريقة الترشيح الفائق Ultra filtration

التجنيس Homogenisation

يستخدم التجنيس بصفة أساسية للحصول علي مستحلب ثابت للدهن في الماء (fat in water) وبذلك لا ينفصل الدهن في اليوغورت الناتج. ولكن التجنيس يعطي اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت صفات طبيعية مرغوبة، يكون لها تأثير في أعطاء يوغورت جيد، وتتم عملية التجنيس بدفع اللبن خلال ثقب ضيق تحت ضغط عالي، ويتكونُ المجنس ببساطة من الأتي:

- مضخة ضغط عالي.
- صمام أو رأس المجنس.

<u>والمقطع المار رأس أى مجنس يتكون من:</u>

- صمام المقعد أو الحلقة الخارجية.
- حلقة التصادم أو حلقة التجنيس.
- القلب أو الصمام.
- عدة مرور المنتج.

ومرور اللبن خلال رأس المجنس يمكن شرحه كما يلي:

يغذي اللبن في المجنس تحت ضغط عالي، وأول قوي تصادم تفتح الصمام، وتكون فراغ بين الحلقة الخارجية وحلقة التصادم outer ring and impact ring والأنخفاض الحادث في الضغط ينتج عنه تأثير قص، مع فقاعات فراغية وبهذا يحدث انخفاض في حجم حبيبة الدهن، واللبن ما زال مستمر في سريانه علي سرعة عالية (في منطقة ١٢,٠٠٠- ١٨,٠٠٠ م/دقيقة)، ويرتطم اللبن بحلقة المجنس، أو التصادم، فيحدث تغير في اتجاه اللبن المناسب وينتج عن ذلك قص أكثر وحدوث تحطم بواسطة التصادم وأنضمام الفقاعات.

- والفتحة تكون حوالي ٣٠٠ ميكرون.

- يمكن زيادة تأثير التجنيس بأمرار المنتج خلال الرأس الثاني من المجنس، والضغط المبذول في المرحلة الثانية أقل من المرحلة الأولي. والضغط في المرحلة الثانية للتجنيس يمكن تنظيمه لأنتاج درجة مرغوبة من التجنيس.

٤- المعاملة الحرارية Heat treatment

في صناعة اليوغورت بالطرق المستمرة يستعمل التسخين بأستبدال التبادل الحراري بالألواح أو الأنابيب، والتي فيها يسخن اللبن بطريقة غير مباشرة بأستخدام البخار المباشر تحت ضغط منخفض في قطاع التسخين في المبادل الحراري أو الماء الساخن. والأنواع المستخدمة من المعدات لتسخين اللبن في الطرق المستمرة هي:

ألواح التبادل الحراري plate heat exchanger

أنابيب التبادل الحراري tubular heat exchanger

الأنسياب أو التزحلق فوق الأسطح Scraped /swept surface exchanger

والنوعين الأولين هما الأكثر أنتشاراً في مصانع صناعة اليوغورت للمعاملة الحرارية للبن، أما النوع الثالث فيستخدم للمعاملة الحرارية لتحضيرات الفاكهة، والمبادلات الحرارية هذه يمكن أن تصورها كقناتين، حيث تمر مادة التسخين (الماء الساخن) في أحداها، وتفصل بحاجز من اللبن الذي سيستخدم في صناعة اليوغورت، الذي ينساب في القناة الثانية، وبذلك يعامل اللبن بطريقة مستمرة، ولهذه الطريقة المستمرة عدة مميزات بالمقارنة بالمبادلات الحرارية التي يتم فيها معاملة اللبن بطريقة متقطعة، وهذه المميزات هي:

١- تحتاج مساحة ارضية صغيرة.

٢- تحتاج إلى طاقة أقل ويرجع ذلك إلى تحسين كفاءة انتقال الحرارة والأستفادة من الحرارة.

٣- يمكن زيادة الأنتاج بأستغلال تنكات التخمر أكثر من مرة واحدة يوميا.

٤- النظام متعدد للجوانب، حيث أن اللبن المعامل يمكن أن يزال من المصنع عند درجة حرارة معينة لتجنيسه.

وعمليا فأن المبادل الحراري ذو الألواح يتكون من عدة أقسام، والتي فيها تتم معاملات مختلفة للبن، وهي المعاملة الحرارية المبدئية للبن، والتسخين والتسخين النهائي، والحجز والتبريد، ووسط التسخين يكون في العادة الماء الساخن، ولكن أذا كان اللبن سيسّخن لدرجة حرارة أعلى من ١٠٠، فأنه يستخدم البخار الساخن تحت تفريغ. أما مادة التبريد فهي أما أن تكون ماء بارد أو محلول ملحي، والمادة المستخدمة في المبادل الحراري تعتمد علي درجة الحرارة المطلوب التسخين لها، ومرور كل من اللبن ومادة التسخين أو التبريد في المبادل الحراري يتم بالتبادل single channel/operation. ولكن من الصعب الحفاظ علي كفاءة انتقال الحرارة، وللتغلب علي هذا العيب فأن سريان السوائل في ألواح المبادل الحراري ممكن أن ترتب بطريقة خاصة. وأحدى المبادلات الحرارية من النوع Alfa-Laval يكون لها تركيب من ٤×٢ /٢×٤. ومثل هذه التركيبة تعني أن وسط التسخين يوجد في ٤ قنوات متوازية، وتغير أتجاهها مرتين، ومرور اللبن في قناتين متوازيتين، وتغير أتجاهها ٤ مرات.

والمبادل الحراري الأنبوبي كما يدل اسمه، يتكون من أنابيب أو قنوات وممكن أن يكون في شكل مبادل حراري ذو انبوب واحد a single tube heat exchanger أو مبادل حراري يتكون من حزمة من الأنابيب، والمبادل الحراري ذو الأنبوب الواحد يتكون من انبوب داخل انبوب coaxial double tube

ولكن أذا أحتاج إلى مساحة سطح أكبر، فأن الأنابيب ممكن ترتيبها حلزونيا داخل تنك اسطواني موضوع في وضع عمودي، وسير السوائل في هذا المبادل يكون أما متوازي، أو في وضع تيارمعاكس، والأخير دائما يوصي به للمعاملة الحرارية للبن المستخدم في صناعة اليوغورت.

ويوجد مبادل حراري انبوبي يتكون من ثلاث أنابيب داخل بعضها، حيث تمر مادة التسخين في الفراغ الداخلي والحارجي من الأنبوبة، بينما يمر اللبن خلال الوسط.

وفي الأنواع الأخري من المبادل الأنبوبى، فأن حزمة الأنابيب تطوق في غلاف خارجي، وبينما ينساب اللبن خلال الأنابيب فأن وسط التسخين أو التبريد يدور داخل الغلاف.

وبالنسبة للمعاملة الحرارية للمنتجات اللزجة، فأنه يستخدم طريقة التسخين بالأنسياب علي الأسطح scraped/swept´ surface، والذي يتكون من اسطوانة مزدوجة الجدارمزودة بنصل منزلق.وهذا النصل الذي يدور بسرعة عالية، يزيل المادة المسخنة باستمرار من علي سطح التسخين، ونتيجة لذلك يكون السطح الفعال أكبر، وانتقال الحرارة يكون طبيعيا اسرع، ويعتمد علي سرعة دوران النصل، وهذا المبادل الحراري ممكن أن يصعد أو يمتطي عموديا أو أفقيا.

وطريقة سريان السوائل، علي سبيل المثال الماء الساخن واللبن في المبادل الحراري،ممكن أن تكون في نفس الأتجاه parallel flow أو تكون في الأتجاه المعاكس opposite direction انظر شكل (٢٠) counter- current flow. وفي كل وضع تختلف صورة التغير في الحرارة أثناء المعاملة الحرارية للبن، ففي حالة سير اللبن ومادة التسخين (الماء) في اتجاه معاكس counter-current flow فأن اللبن ومادة التسخين يدخلان المبادل الحراري من اطراف

متعاكسة، وعلي ذلك فأن اللبن البارد يقابل مَادة التسخين البـــاردة، وترتفـــع درجة الحرارة بأطراد بمرورها في المبادل الحراري، وتكون درجة حرارة اللبن دائما أقل من درجة حرارة مادة التسخين المقابلة بدرجات قليلة.بينما في حالة السريان المتوازي (parallel flow)، فأن كل من اللبن ومادة التـــسخين يدخلان المبادل الحراري من نفس النهاية، ونتيجة لذلك فأن الزيادة في درجة الحرارة للمنتج لا تكون أعلى أبدا عما أذا خلط اللبن ومادة التسخين معا.

وعلي ذلك فقد أثبتت الأبحاث أن الأنسياب المتوازي paralled flow له كفاءة ٥٠ % في انتقال الحرارة، وأن كفاءة انتقال الحرارّة تكون أعلى في حالـــة الأنسياب المعاكسcounter current flow. وقد لخصت العوامل المؤثرة علي كفاءة انتقال الحرارة في المبادل الحراري ذو الألواح كما يلي:

١-التصميم الملائم ادي إلى الوصول إلى الأنسياب الجيـــد للمنـــتج ومـــادة التسخين.

٢- السطح الكبير والفراغ القليل بين الألواح، والتمويج المناسب حسن معدل انتقال الحرارة بين اللبن و وسط التسخين.

٣- الفرق الكبير بين درجة حرارة السوائل (اللبن ومادة التسخين) كان لــه ميزات هامة، ولكن يجب الأخذ في الأعتبار مدي حساسية مكونات اللبن للحرارة.

٤- تجنب الأنخفاض في الضغط بين الألواح في المبادل الحـــراري، وذلــك بوضع مضخة، حسن من خواص انتقال الحرارة.

وللمعاملة الحرارية للبن بالطرق المستمرة في مصانع أنتاج اليوغورت، يتم تقسيم الأجهزة إلى عدة أقسام كما يلي:

١-أعادة الأستفادة من الحرارة. Regeneration section

٢- التسخين والتبريد. Heating/ cooling section

٣-وحدة الحفظ والأمساك. Holding unit

١- قسم أعادة الأستفادة من الطاقة (تجديد انبعاث الطاقة)

Regeneration section

في هذا القسم يتم تدفئة اللبن البارد الوارد إلى المصنع، بواسطة اللبن الذي تم تسخينه والعكس صحيح، والغرض من ذلك هو الأستفادة من الطاقة بطريقة اقتصادية وبكفاءة أعلى.

فعلي سبيل المثال أذا تم تسخين اللبن من ٥° م إلى ٩٥ °م (ماء ساخن)، ثم برد إلى ٤٠ -٤٥ °م (ماء بارد). فأن الحرارة المطلوبة تكون مرتفعة، فالطاقة تكون مطلوبة لتسخين الماء الساخن، ولتبريد الماء البارد.

لكن أذا استخدمت طاقة التسخين في قسم أعادة الأستفادة من الحرارة (الطاقة) Regeneration section فأن النتيجة تكون تحول الطاقة، وكفاءة أعادة الأستفادة من الطاقة يعبر عنها احيانا كنسبة مئوية كما يلي:

مثال ١: أذا كانت طاقة المصنع ٤٠٠٠لتر/ساعة، ويدعم اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت، بأستخدام اللبن البودرة، فأن التقدم في درجة الحرارة بأستخدام قسم أعادة الأستفادة من الطاقة في المبادل الحراري ذو الألواح تكون كما يلي

١- درجة حرارة اللبن ارتفعت من ٥°م - ٤٥°م بواسطة أعادة الأستفادة من الطاقة الموجودة في اللبن المسخن لتسخين اللبن الوارد للمصنع، ويكون التغير الحادث في حرارة اللبن ٤٠°م.

٢-اللبن الذي تم تدفئته سابقا يسخن من ٤٥°م الي٩٠°م بواسطة الماء الساخن، حيث يترك اللبن المبادل الحراري عند ٦٠ إلى ٧٠ °م إلى المجنس قبل أعادته للمصنع للتسخين النهائي.

– اللبن المسخن يبرد من ٩٠ إلى ٥٠ °م في قسم regeneration بأنتقال الحرارة للبن الوارد البارد إلى المصنع، والتغير في درجة الحرارة يكون ٤٠°م.

– اللبن المسخن جزئيا عند ٥٠ °م يبرد أكثر إلى الي٤٠ – ٤٥° م بواسطة الماء. ويمكن ملاحظة أن لبن اليوغورت سخن من٥ – ٩٠ °م (زيادة الحرارة ٨٥ °م)– والزيادة في قسم أعادة الأستفادة من الطاقة كان ٤٠ °م.

وعلي ذلك فأن النسبة المئوية للأستفادة من الطاقة

= ٤٠÷٨٥×١٠٠ =٤٧ %.

<u>مثال ٢:</u> عند تركيز اللبن إلى نسبة الجوامد الصلبة المرغوبة، اللبن البارد الوارد إلى المصنع يسخن من ٥ إلى ٦٠ °م، بواسطة أعادة الأستفادة من الطاقة، بأستغلال الطاقة الموجودة في التكثيف من المبخر. اللبن المسخن جزئيا إلى ٦٠ °م يسخن بعد ذلك إلى ٩٠ °م، بواسطة الماء الساخن وذلك قبل دخوله إلى المبخر، وللوصول باللبن إلى تركيز من الجوامد الصلبة يناسب تركيز الجوامد في اللبن اللازمة لصناعة اليوغورت، فأن اللبن يدور في المبخر، وقسم التسخين في المبادل الحراري، بمعدل سريان ٩٠٠٠ لتر/ساعة. يترك اللبن المركز المبخر علي درجة ٧٠ °م ويجنس، ثم يسخن إلى ٨٢ °م بأعادة الأستفادة من الطاقة regeneration بأستغلال الطاقة الموجودة في اللبن الذي تم تسخينه. بعد ذلك يسخن إلى ٩٠°م بأستخدام الماء الساخن.

– يبرد اللبن من٩٠ إلى ٧٨° م بأعادة الأستفادة من الطاقة regeneration وذلك بأستغلال انتقال الحرارة منه إلى اللبن المركز المسخن عند٧٠ °م.

- يبرد اللبن بعد ذلك من٧٨° م إلـــى ٤٠ -٤٥ °م (درجــة حـــرارة التحضين) بأستخدام الماء البارد.

ولحساب النسبة المئوية لاعادة الأستفادة من الطاقة في مثل هذا النظام، فأنها تكون أكثر تعقيدا من المثال السابق وابسط تقريب هو قسمة الحمل الحراري الكلي علي كمية الطاقة الناتجة من أعادة الأستفادة من الطاقـــة regeneration والتي بضربها في ١٠٠ ينتج النسبة المئوية للطاقة المعاد الأستفادة منها. وأذا افترض أن الحرارة النوعية وكثافة لبن اليوغورت، تساوى ما للمـــاء، فـــأن الحسابات تكون كما يلي:

١- ٥- ٦٠° م (أعادة أستفادة من الطاقة)، فأن الطاقة المتحصل عليها تكون ٥٥×٤٧٠٠=٢٥٨٥٠٠ كيلو كالوري/ساعة.

٢- من ٦٠ الي٩٠ °م (ماء ساخن)، الحمل الحـــراري يكـــون ٣٠ × ١٩,٧٠٠= ٥٩١,٠٠٠ كيلو كالوري/ساعة.

٣- ٧٠ – ٨٢ °م (أعادة أستفادة من الطاقة) – الطاقة المتحصل عليها تكون ١٢×٤,٠٠٠ =٤٨,٠٠٠ كيلو كالوري/ساعة.

٤- من ٨٢- ٩٠°م (ماء ساخن) – الحمل الحراري يكون ٨ ×٤,٠٠٠ =٣٢٠٠ كيلو كالوري/ساعة.

وعلي ذلك فأن الحمل الحراري الكلي =

٢٥٨,٥ +٥٩١,٠٠ +٤٨,٠٠٠ +٣٢,٠٠٠=٩٢٩,٥٠٠ كيلو كالوري.

وتكون الحرارة المتحصل عليها من أعادة الأستفادة من الطاقة=

٢٥٨,٥٠٠+٤٨,٠٠٠ =٣٠٦,٥٠٠ كيلو كالوري/ساعة.

وعلي ذلك فأن النسبة المئوية للطاقة المستفاد بها من أعادة الأستفادة من الطاقة هي

٣٠٦,٥٠٠ ×١٠٠ ÷٩٢٩,٥٠٠ = ٣٣ %تقريبا.

علي ذلك فأن الطاقة اللازمة لمثل هذا المصنع تكون ٨٤٠ كجم/ساعة من البخار و ٩٢٠٠ لتر/ساعة ماء.

وبالرغم من أن الطاقة المستفاد منها من أعادة أستخدام الطاقة regeneration منخفضة في هذا المثال عن المثال السابق، إلا انه يجب أن ناخذ في الأعتبار عاملين هما:

١- تكلفة بودرة اللبن الفرز.

٢- جودة اليوغورت (الزبادي) الناتج من اللبن المركز.

٢- قسم التسخين Section Heating

في هذا القسم من المبادل الحراري، فأن اللبن الذي سيستخدم في صناعة اليوغورت يسخن إلى درجة الحرارة المرغوبة، وتحت الظروف التجارية العملية فأن درجة الحرارة النهائية تتراوح من ٨٥ – ١١٥ ^{o}م.

٣- قسم الحفظ أو الأمساك Holding section

قسم الحفظ أو الأمساك في المبادل الحراري، هو ذلك الجزء من المصنع الذي فيه يمكن للبن المسخن أن يحفظ عند درجة حرارة لفترة محددة من الوقت.

وتحدد التشريعات الدولية الوقت ودرجة الحرارة التي يسخن لها اللبن في حالة اللبن السائل، أما في حالة اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت فأنه لا يوجد تشريعات تحدد ذلك، ويختار الوقت ودرجة الحرارة اللازمان لحفظ اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت، علي أساس ضمان القضاء علي كل الميكروبات المرضية، كذلك الحصول علي صفات طبيعية وكيميائية مرغوبة في اللبن. وقد تم تطبيق عدد من التوليفات بين درجة الحرارة ووقت الحفظ في معاملة اللبن المستخدم في صناعة اليوغورت حراريا وهي كالأتي:

٨٥ ^{o}م لمدة ٣٠ دقيقة (وقت حفظ طويل)

٩٠ -٩٥ °م لمدة ٥ دقائق (وقت حفظ متوسط)

١١٥ °م لمدة ٣ ثواني (وقت حفظ قصير)

ودائما فأن قسم الحفظ في مصانع اليوغورت مبني كوحدة خارجية عن المبادل الحراري والمعدات المجهزة لحفظ اللبن لوقت محدد تشمل الأتي:

ا-الحفظ لمدة طويلة Holding for long time

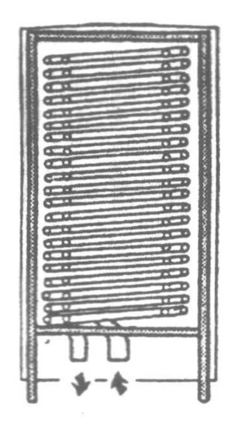
لتحقيق الحفظ لمدة ٣٠ دقيقة في مصانع صناعة اليوغورت بالطرق المستمرة، فأنه يستخدم تنك معزول جيداً، أو تنك مزدوج الجدار بدلا من وحدة الحفظ العادية.

٢- الحفظ لمدة متوسطة Holding for medium time

يستخدم لذلك أنابيب مرتبة حلزونيا أو مرتبةً زيجزاج وذلك كوحدات لحفظ اللبن لمدة ٥ -٦ دقائق. وأمثلة لذلك أنابيب حفظ Alfa laval والتي تتكون من اثنين أنبوبة حلزونية داخل تنك معزول راسي اسطواني الشكل .(شكل ٢١) و(شكل ٢٢).

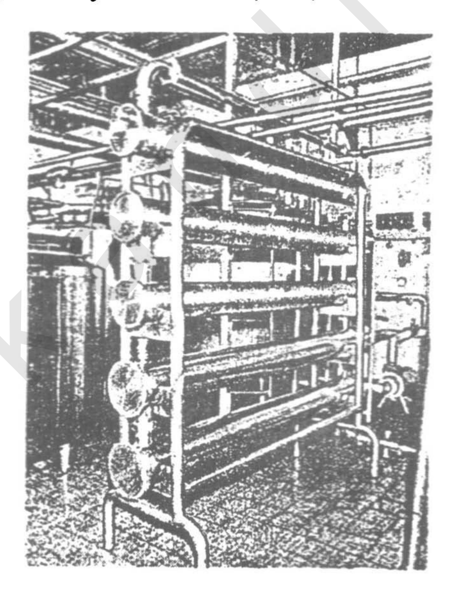
٣- الحفظ لمدة قصيرة Holding for short time

في هذه الحالة فأنه يمكن أدماج قسم الحفظ في المبادل الحراري، ولكن أذا أحتاج إلى سعة كبيرة من وحدة الحفظ فأنه يمكن أن تقام الأنبوبة خارج المصنع.



شكل (٢١): خلية حفظ أنبوبية

The approximate holding time in the cell is 3 minutes but the overall holding time, i.e. including associated pipework, is 5 minutes.
Reproduced by courtesy of Alfa-Laval, A/B, Lund, Sweden



شكل (٢٢): أنبوب حفظ اللبن مرتبة فى شكل زجزاج

During the cleaning cycle, the side-plates are removed and the tubes are "elbow greased" before the detergent wash in order to maintain high standards of sanitation of the plant, incidentally, the holding time of such a tube is 6 minutes.
Reproduced by courtesy of Northern Ireland Board, Belfast, UK

و تزود مصانع التسخين سواء في طريقة Ultra heat temperature UHT أو في طريقة Heat temperature short time بجهاز أمان حساس للحرارة، يعرف بأسم صمام التحويل flow diversion valve (FDV) فعند بداية تشغيل العملية فأن اللبن يتحول طبيعيا راجعا إلى تانك الوزن، إلى أن تصل إلى درجة الحرارة المضبوطة ويحفظ عليها، وبعدها فقط يسمح للبن بالمرور إلى باقي المصنع ليكمل دورة التصنيع، حيث دائما يتحول اللبن إلى تانك الوزن عند أى وقت تقل فيه درجة الحرارة، وبذلك يتم التأكد من أن كل اللبن المصنع تم معاملته علي درجة الحرارة المحددة. ووحدة صمام التحويل (FDV) توجد دائما في مصانع أنتاج اليوغورت، فعندما تقل درجة حرارة اللبن عن الدرجة المحددة فأنه يرجع ثانية إلى تنك الوزن عن طريق خط أنابيب مخصوص معد لذلك، وفي بداية عملية التسخين يمرر أولا ماء بدلا من اللبن خلال المصنع، وذلك لضمان صحة شبكة الأنابيب ولتدفئة خط الأنتاج لدرجة الحرارة المرغوبة للتصنيع، لتحاشي اطالة فترة دورة أول دفعة من اللبن.

<u>٥- التخمر وأجهزة التخمر:</u>

عند هذه المرحلة من تصنيع اليوغورت، فأن اللبن المدعم والمعدل والمجنس والمعامل حراريا يبرد إلى درجة حرارة التحضين، والتي تكون في مدي ٤٠ -٤٥ ^{o}م (في حالة فترة التخمير القصيرة (٢ -٣ ساعات) أو ٣٠ ^{o}م (في حالة فترة التخمير الطويلة- طول الليل).

ويوجد كثير من أنواع أوعية التخمر التي يمكن أستخدامها، وأساسا هذه المعدات تصمم لتعطي وتحافظ علي الظروف المثالية لأتمام عملية التخمر، كذلك يعتمد شكل المعدات علي نوع اليوغورت المنتج هل هو من النوع الجالس set yoghurt أو المقلب stirred yoghurt.

معدات تخمير اليوغورت الجالس:

Equipment for the production of set yoghurt:

يجري التخمر(التجبن) للبن في العبوات، وباختصار تتم العملية في الخطوات الأتية:

١. تبريد اللبن الذي تم معاملته حراريا الي٤٠- ٤٥°م أو ٣٠°م.

٢. أضافة المواد الأتية إلى اللبن: البادئ- مواد النكهة ، أذا رغب في ذلك/أو مواد التلوين وفي حالة الرغبة في أنتاج زبادي الفاكهة فأن الفاكهة توضع في العبوات، ثم يوضع اللبن بعد ذلك.

٣. ترسل العبوات بعد ذلك إلى التحضين ثم التبريد.

ولأجراء عملية التخمر في الطرق المستمرة لتصنيع اليوغورت، فأنه يستخدم نظام الأنفاق tunnel system، حيث توضع الألواح التي عليها عبوات الزبادي علي حزام متحرك، الذي يمر خلال نفق يتكون من قسمين، جزء يوجد فيه دورة هواء ساخن وهذا هو جزء التحضين في النفق، ويتحكم في سرعة الحزام المتحرك عن طريق التحكم في سرعة السير، والذي بالتالي ينظم تبعاً لكمية الحموضة المنتجة في اللبن. وفي نهاية فترة التحمر والتي تعادل pH= 4.5، يمر الحزام الذي يحمل عبوات اليوغورت خلال قسم التبريد، وفي هذا القسم يحل الهواء البارد محل الهواء الساخن الذي كان موجودا في قسم التخمر، ويبرد اليوغورت جزئيا في هذا القسم ويتم التبريد النهائي في خزان التبريد، وحيث أن اليوغورت يكون في حركة أثناء خطوات التحضين والتبريد، فيجب مراعاة الحذر لتجنب تحطم التجبن.

وحيث أن النظام المركب لأنتاج اليوغورت الجالس يتكون من حجرات التحضين وانفاق التبريد، فأن ميزة هذا التصميم ممكن أن تكون أن اكواب اليوغورت لا تكون في حركة أثناء فترة التحضين، ولأن معدل تبريد العبوات

في الأنفاق يكون اسرع من أى طريقة أخرى، وعلي ذلك فأنه عمليا يتم تحميض اللبن إلى pH 4.5 في حجرات التحضين، ثم تنتقل إلى انفاق التبريد حيث تصل فيها درجة حرارة اليوغورت إلي ١٠ ^{o}م في خلال ١,٥ ساعة.

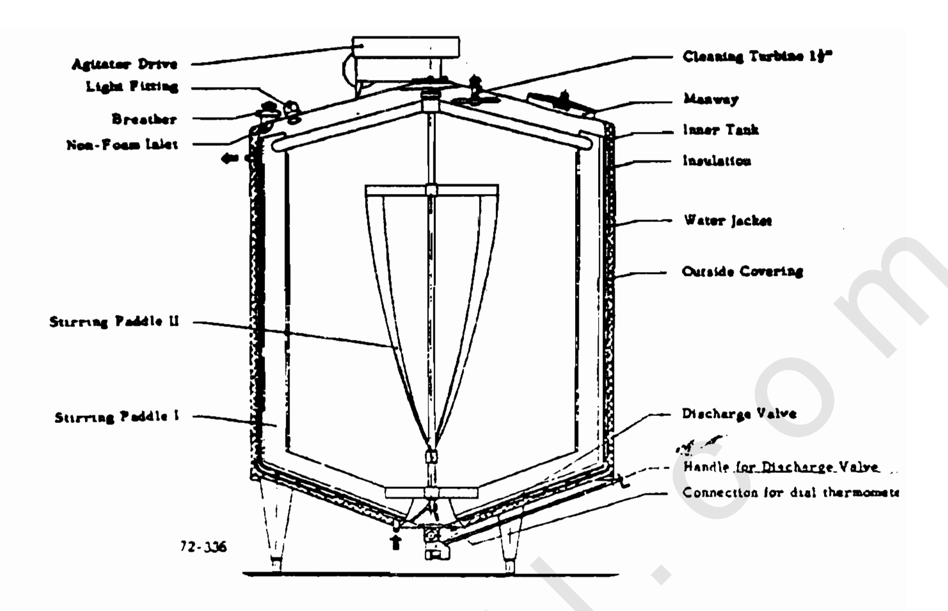
وفي الواقع فأن انفاق التبريد تتصل مباشرة بخزان التبريد، وعلي هذا فأنه يمكن نقل عبوات اليوغورت بسهولة بأستخدام عربة نقل بضائع ذات شوكة رافعة.

أنتاج اليوغورت المقلب في الطريقة المستمرة:

علي العكس من أنتاج اليوغورت الجالس فأنه في حالة اليوغورت المقلب، يتم التجبن للبن كله قبل توزيعه في العبوات، ثم يكسر الجيل المتكون أثناء أو قبل التبريد والتعبئة، وأنواع التنكات المستخدمة في الصناعة لأنتاج اليوغورت المقلب ،يمكن أن تنقسم إلى الأتي:

التنكات متعددة الأغراض Multipurpose-tank

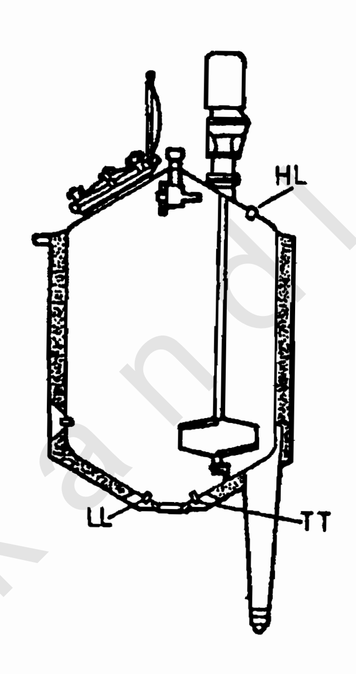
وهذه التنكات تكون مزدوجة الجدار water-jácketed وعلي هذا يمر البخار في الجدار المزدوج أثناء مرحلة التسخين، ثم تستخدم دورة من الماء البارد لتبريد اللبن إلى ٤٠ –٤٥ ^{o}م، وتحفظ درجة الحرارة عند ٤٢ ^{o}م ، أثناء مرحلة التخمر، وأخيراً يستخدم الماء البارد لتبريد الخثرة (انظر شكل ٢٣)



شكل (٢٣): التنك المتعدد الأغراض المناسب لتبريد اليوغـورت فـي التنك، حيث يزود التنك بمقلبين لتكسير الخثرة برقة أثناء مرحلة التبريد.

تنك التخمير فقط: Fermentation tank only

يتم عزل هذا التنك للحفاظ علي درجة الحرارة أثناء التحضين، وزود بنظـام تقليب في حالة تنكات Alfa-laval، التنكات ذات الشكل المخروطـي يـسهل أزالة التجبن منها (شكل ٢٤).



شكل (٢٤) تنك تخمير معزول

HL الكترود PH عالي المستوي

LL الكترود PH منخفض المستوي

TT ترمومتر مقاوم للحرارة ومجهز بمحرك تقليب.

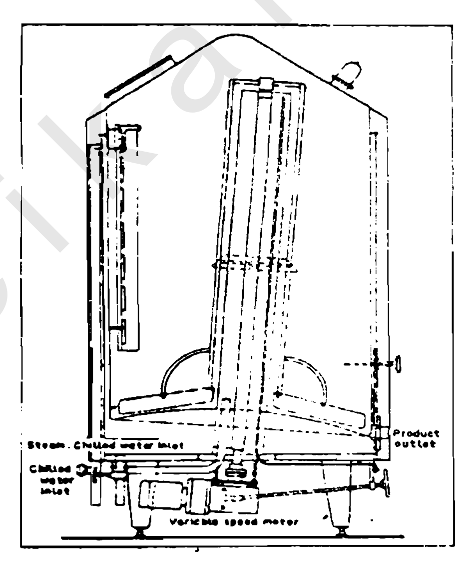
تنك التخمير والتبريد معا Fermentation/cooling tank

في هذا النوع من التنكات مزدوج الجدار، ويمر في هذا الجدار المزدوج الماء الدافئ علي ٤٠ -٤٥° م فيً دائرة أثناء فترة التحضين، يتبع ذلك ماء بارد لتبريد التجبن(الخثرة) شكل ٢٥.

تنك التخمير المعقم Aseplic fermentation tank

تنك التخمير المعقم هو وحدة تخمر قياسية محسنة، ويستخدم التنك لأنتاج يوغورت تحت ظروف تعقيم، وعموما فهو ينفرد بالمواصفات الأتية:

- التنك معزول.
- التنك مزود بقطبين pH ومقاومة حرارية.
- مرشح لتنقية الهواء الداخل والخارج من التنك.
- المقلب مزود بسهمين وتحصين بالبخار لتقليل التلوث إلى أقصى درجة.
- التنك مزود بتركيبات عند مدخله لتقليل تكون الرغوة، وذلك لمنع مشاكل تكون الرغوة في التنك.

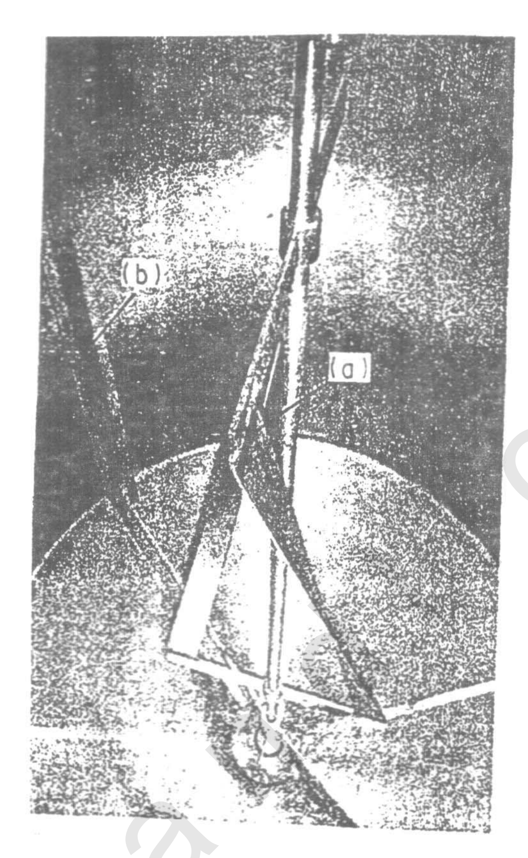


شكل (٢٥): تنك التخمير والتبريد معا مع اسطوانة داخلية

٦- التبريد Cooling

عند وصول الحموضة للدرجة المرغوبة، يجري تبريد التجبن الحادث (الخثرة)، وبذلك تنخفض درجة الحرارة من ٤٠ -٤٥ °م إلى ٢٠° م، وفي بعض الحالات إلى أقل من ١٠° م. وذلك لأبطاء النشاط الميتابوليزمي لمزرعة اليوغورت، حيث أنه لو استمر نشاط مزرعة البادئ فأن الحموضة سوف ترتفع في اليوغورت إلى درجة غير مرغوبة، وتعتمد القدرة التي يتم فيها تبريد اليوغورت علي نوع الجهاز المستعمل في التبريد، وينصح ببدء التبريد عندما يصل تركيز حمض اللاكتيك٠,٨ -١ %، وبذلك ستكون حموضة اليوغورت بعد التبريد في حدود ١,٢ -١,٤ % مقدرة كحمض لاكتيك. والنظام المتبع لتبريد اليوغورت بالطرق المستمرة كما يلي:

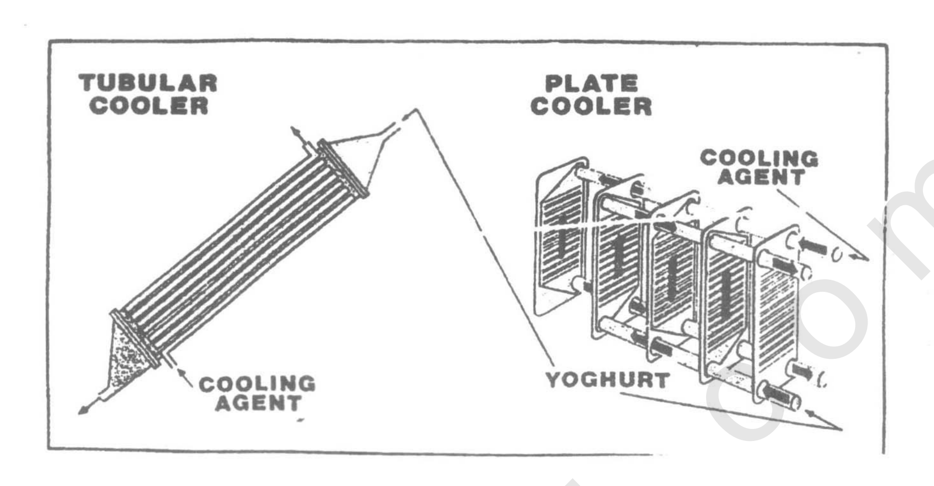
يستخدم لذلك المبادل الحراري ذو الألواح أو المبادل الأنبوبي، وسريان اليوغورت في المبادل الحراري موضح في شكل ٢٧.



شكل (٢٦): يوضح تركيب المقلب

(a) المقلب العمودي يدور بسرعة ١٥ دورة في الدقيقة.

(b) المقلب السطحي يدور بسرعة ٧ دورة في الدقيقة ..

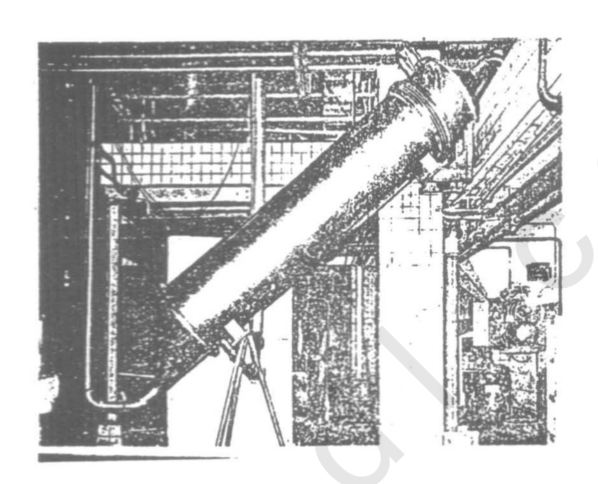


شكل (٢٧): سريان اليوغورت خلال أنواع مختلفة من المبردات.

وطبيعي أن يتوقع أن الدخول إلى مبرد التبادل الحراري ذو الألواح أو الأنبوبي لكل وحدة وقت، يجب أن يكون ضعف سعة العملية التصنيعية، فأذا كان سعة المصنع تتراوح بين٣٥٠٠ – ٤٠٠٠ لتر/ساعة، فأن سعة المبرد يجب أن تكون في حدود ٨٠٠٠ لتر/ساعة. وتصميم المبرد ذو الألواح مشابه لتصميم المبادل الحراري المعتاد، ولكن الفراغات بين الألواح تكون أكبر لتقليل مخاطر تكسيرتركيب اليوغورت.

بالأضافة إلى ميل رجوع الضغط في المبرد أو الألواح فأنه يعوق مرور اليوغورت، أو بالتناوب فأن الفراغ بين الألواح يزيد كثيرا خلال الوحدة، وينصح عند الرغبة في زيادة كمية اليوغورت الداخل إلى المبرد، بأضافة وحدات تبريد صغيرة علي التوازي أفضل من زيادة عدد الألواح في وحدة كبيرة، ومادة التبريد في المبرد ذو الألواح تكون دائما الماء البارد، وكمية الماء المستهلكة تكون في حدود٤٠٠ لتر/ساعة وذلك للمبرد الحراري ذو

الأطباق سعة ٨٠٠ لتر يوغورت /ساعة. يتكون المبرد الحراري الأنبوبي من حزمة من الأنابيب داخل اسطوانة، وتمر مادة التبريد في عكس اتجاه مرور المنتج المراد تبريده (شكل ٢٨).



شكل (٢٨): المبرد الأنبوبي

ومواصفات المبرد الأنبوبي تكون غالبا كما يلي:

- تتراوح الحجوم من ١٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ لتر/ساعة. وينصح بأن تكون سعته نفس سعة ماكينة التعبئة.
- حجم ماء التبريد ٥ مرات حجم المنتج ويسير في اتجاه مخالف له. الوقت الذي يستغرق لتبريد اليوغورت من درجة حرارة التحضين (٤٠ –٤٥ °م) إلى ٨ °م يكون ساعة، وسرعة سريان اليوغورت في الأنابيب ٠,٦٥ سم/ثانية.

- يقلل أى انخفاض في اللزوجة إلى أقصى درجة بأستخدام ضغط الهـواء (٢/١ كجم/سم٢)، لنقل اليوغورت من تنك التحضين إلى المبرد وذلك بـدلا من أستخدام المضخة.
- يصمم المصنع ببساطة معتمدا علي حقيقة أن هذه المبـردات ممكـن أن توضع في أماكن مختلفة عمودية أو متوازية الوضع.

وقد وجد أنه ممكن أن يحدث بعض التحطم لتركيب خثرة اليوغورت خـلال مرورها خلال المبرد الأنبوبي أو المبرد ذو الألواح، ولكن يحدث أقل فقد في اللزوجة في المبرد الأنبوبي.

٧- أضافة الفاكهة وماكينات التعبئة

Fruit mixing and packaging machines

ينقل اليوغورت المبرد (إلى ٢٠°م) أو المبرد إلى ١٠°م، إلى تنكات تخزين وسطية قبل العملية التالية وهي أضافة الفاكهة والتعبئة، ويبقي اليوغورت في هذا التنك لفترة قصيرة أو يبقي به طوال الليل والسبب المبدئي لهـذا التنـك هو:

- حفظ اليوغورت علي درجة حرارة مرغوبة حيث أن التنك معزول.
- يعمل هذا التنك كوعاء منظم في حالة حدوث تحطم للمنتج فـي أى قسم من أقسام المصنع.
- تخزين اليوغورت طول الليل في هذه التنكات الوسطية يعطي فترة حفظ كافية لبدء التعبئة في الصباح، بدلا من أن تبقي أجهزة التعبئة بدون عمل في الصباح إلى أن ينتج اليوغورت الطازج لتعبئته.

وفي هذا القسم من خط الأنتاج يحتاج إلى ماكينات لتدأول الفاكهة وخلطها مع اليوغورت وأخيراً التعبئة، وبعض الوحدات تكون كما يلي:

معدات تداول الفاكهة Equipment for fruit handling

دائما تكون الفاكهة المستخدمة في صناعة اليوغورت معباة في واحدة من العبوات الأتية:

- صفائح معدنية.
- عبوات بولي ايثلين (اسطوانات أو جرادل)
- تنكات من الحديد الذي لا يصدأ Stainless steel.

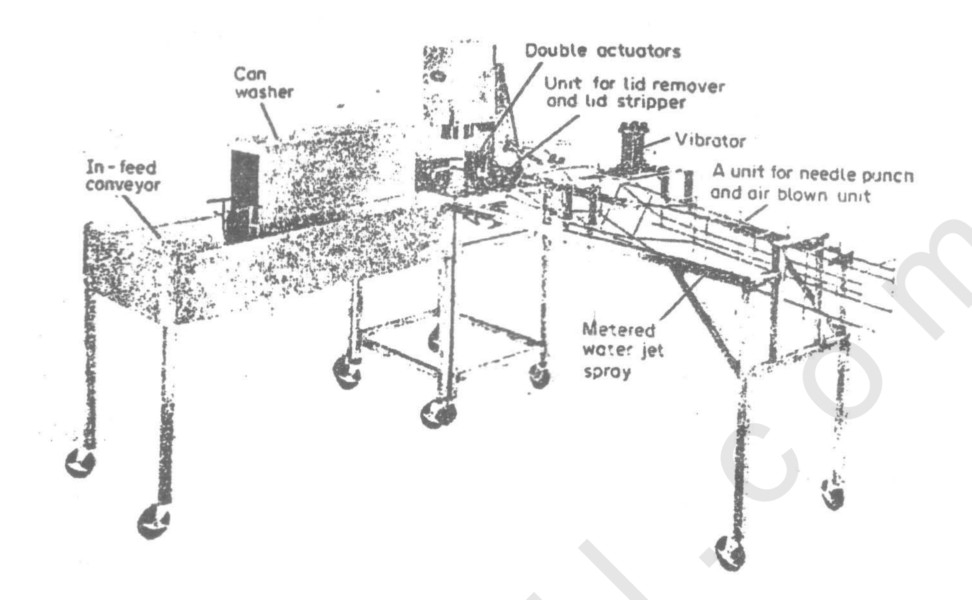
والشائع هي الصفائح المعدنية، وهذه الصفائح تستعمل بواسطة المصانع المتوسطة والصغيرة، بينما المصانع الكبيرة فلا تستعمل الفاكهة في الصفائح المعدنية إلا أذا كان الأنتاج منخفض، أما النكهات الشائعة فأنها أما تنتج في المصنع أو يحصل عليها في تنكات من الحديد الذي لا يصدأ، وأذا استخدمت الصفائح المعدنية (العبوات المعدنية) يستخدم لذلك عدة أنواع من أجهزة الفتح ومنها:

فاتح يدوي: Hand-operated

فاتح نصف أوتوماتيكي أو أوتوماتيكي:

والفاتح اليدوي يستخدم أما موتور كهربائي، أو هواء مضغوط لقطع المعادن وأزالة الغطاء. والفاتح النصف أوتوماتيكي ممكن أن يصبح أوتوماتيكي ليعطي انسياب للعلب المفتوحة بمعدل ١٥٠٠علبة/ساعة (شكل ٢٩).

الفواكه المعباة في عبوات بلاستيكية يتم تداولها بطريقة يدوية، ولكن أذا كانت موجودة في تنكات من الحديد الذي لا يصدأ، فأنها توضع مباشرة في اليوغورت قبل التعبئة، وفي بعض الحالات تفرغ الفاكهة علي مائدة مائلة من الحديد الذي لا يصدأ، وتفرز الفاكهة لأزالة أى بقايا نباتية مثل السيقان أو الأوراق قبل خلطها باليوغورت، وزيادة في الحذر والحرص فأن الفاكهة تغربل بواسطة غربال معدني.



شكل (٢٩): منظر لفاتح العلب النصف أوتوماتيكي، والذي يمكن استعماله ايضا لخط الأنتاج المستمر.

معدات خلط الفاكهة مع اليوغورت

Equipment for fruit/yoghurt blending

يتكون خلاط الفاكهة فى حالة اليوغورت المصنع بالطريقة المستمرة من ثلاثة وحدات مختلفة:

١- جهاز عداد لقياس كمية الفاكهة في خط الأنتاج.

٢- عداد لقياس كمية اليوغورت.

٣- حجرة مزج لضمان التوزيع المتجانس للفاكهة في اليوغورت.

والأنواع المختلفة من الخلاطات المستمرة تتطلب الأتي:

١ – الخلط التام للفاكهة مع اليوغورت.

٢- أقل تحطم للخثرة.

٣- أن يكون عداد الفاكهة علي درجة عالية من الدقة لضمان خلط الكمية المحددة المرغوبة من الفاكهة مع اليوغورت.

٤- أن يكون الخلاط سهل التنظيف.

٥ – يجب أن تكون كل الأسطح الملامسة للمنتج من نوعية جيدة من الحديد الذي لا يصدأ steel stainless وبعض الخلاطات التي يتوفر فيها هذه المتطلبات تكون كما يلي

١- Static-in-line mixer

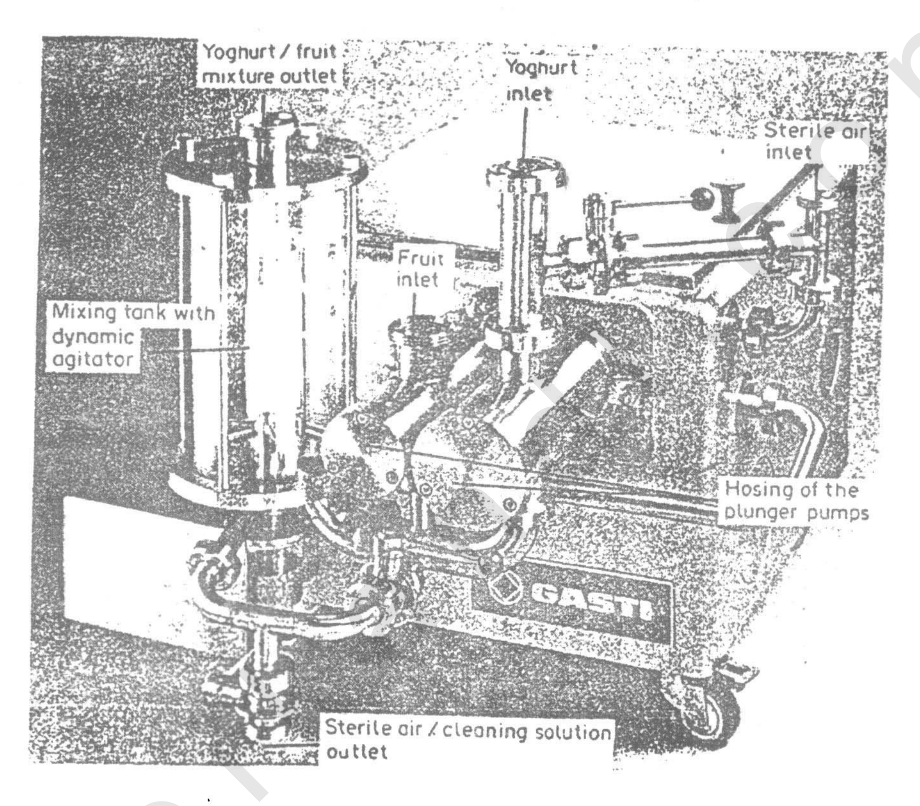
هذا النوع من الخلاطات يتكون من أنبوبة من الحديد الذي لا يصدأ، والذي فيه عدد من السكاكين الملحومة عموديا، وعمليا فأن الخلاط الساكن يكون عمودي مع قطعة علي شكل حرف T في القاعدة، والتي فيها يفرغ كل من الفاكهة واليوغورت من تنكاتهما، وسريان اليوغورت/الفاكهة خلال السكاكين الملتوية في الخلاط تؤكد التوزيع المتجانس للفاكهة خلال الخثرة، ونوعيات هذه الخلاطات هي:

- معدل سريان من ٥٠٠ – ١٠,٠٠٠ لتر/ساعة.
- قطر الأنبوب يصل إلى ٦,٣٥ سم.
- طول الخلاط يصل من ٧٥٠ – ١١٥٠ مليمتر.
- عدد السكاكين عشرة.

٢- Gasti- mixing and feeding pump

هذا النظام يتكون من وحدتين شفط، والتي تسحب اليوغورت والفاكهة من تنكات تخزينهما، وبينما يسحب اليوغورت بمعدل ٥٠لتر/دقيقة، فأن مضخة الفاكهة تعمل عند نسبة تتراوح ما بين ١: ٥ إلى ١ :٢٠ (فاكهة:يوغورت) (شكل٣٠).

وخلط المادتين يتم ضغط الأنبوبـــة الـــشائع، والأنـــسياب الغيـــر متـــساوى لليوغورت والفاكهة، يتحول إلى سريان موحد داخل الـــضغط الجـــوي فـــي الوعاء، والفاكهة واليوغورت ينقل مباشرة إلى ماكينة الملئ، ومعدل التغذيـــة يصل إلى ٧٥ لتر/دقيقة ،ونسبة الخلط تختلف من ١: ٥ إلى ١ :٢٠.

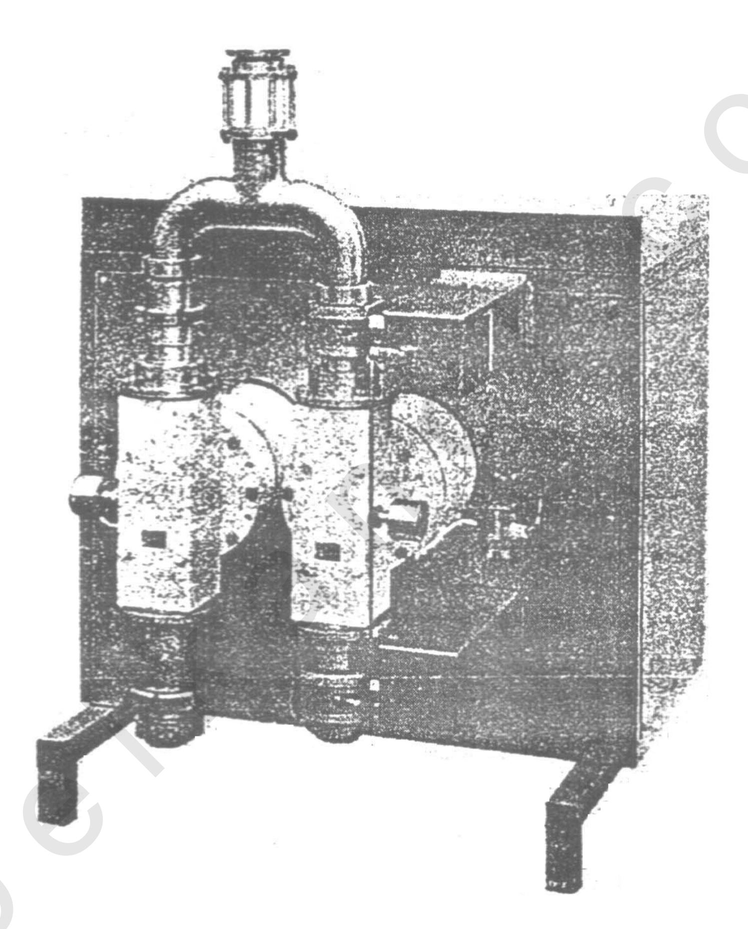


شكل (٣٠): صورة أمامية لجهاز Gasti mixing

٣- The Burdosa-fruit blender

هذه المضخة تستعمل موتور واحد لتشغيل مضخة duplex metering وفي رأس واحد تتحرك الفاكهة، وفـــي الأخـــر اليوغـــورت الطبيعـــي. ورؤوس

المضخة تتحرك هيدروليكي، ويستعمل الجلسرين المعقم بمقاييس صــيدلانية، وهي محكمة الغلق وتقاس كمية الفاكهة بدقة، والقصي معدل لحقن الفاكهة هو ٢٥٠سم٣ لكل لتر من اليوغورت، ومعدل سريان اليوغورت يكــون ثابتــا. وشكل (٣١) يوضح منظر لهذا الخلاط.



شكل (٣١): خلاط Burdosa fruit/yoghurt

وفيما يلي بعض صفات هذا الخلاط:

- سعة الخلط للموديلات القياسية ٧١٥ - ٤٥١٠ لتر/ ساعة.
- التحكم في معدل الجرعات التي يتم خلطها من الفاكهة يتم أما يدويا أو ميكانيكيا.
- التحكم في تشغيل وأيقاف المضخة يتم بمستويات حساسة في ماكينة التعبئة.
- أذا استخدمت الفاكهة بكميات كبيرة، فيجب أن يحتفظ بها تحت ضغط (٢/١ كيلو/سم٢) من ثاني أكسيد الكربون، أو النتروجين لتقليل اللزوجة إلى أقصى درجة، ومشاكل الفقاعات أو الفراغات التي ممكن أن تحدث على درجة الحرارة المنخفضة.

معدات تعبئة اليوغورت

عند اختيارماكينة التعبئة يجب مراعاة ما يلي:

١- طريقة الملئ والقفل.

٢- نوع العبوات التي ستستخدم.

٣- الرغبة أو عدم الرغبة في التعبئة تحت ظروف من التحكم في الضغط الجوي.

٤- درجة الميكنة المطلوبة.

٥- المقاييس الصحية القياسية (بحيث تكون جميع الأسطح من الحديد الذي لا يصدأ مع توافر جميع الظروف الصحية والتعقيمية).

٦- الوقت المطلوب للأنتقال من نوع إلى نوع آخرللمنتج، أو من كرتونة إلى كرتونة أخرى.

٧- دقة الملئ وعدم وجود فقد في العبوات نتيجة عدم دقة العملية.

٨- قوة الماكينة.

٩- مدي توفر الماكينة وتوفر قطعَ الغيار الخاصة بها.

وفيما يلى أنواع ماكينات التعبئة:

١- <u>ماكينات تعبئة اليوغورت في العبوات البلاستيكية سابقة التكوين:</u>

ويوجد منها نوعين:

أ- النوع المسمي Colunio وسعتها تكون ٨٠٠٠ كوب/ساعة، وصفات هذه الماكينة تتلخص في الأتي:

- موزع الأكواب يحتوي علي اربع ادراج دائرة، لفصل الأكواب البلاستيكية قبل سقوطها إلى ماسك الأكواب.
- رأس التعبئة تكون مناسبة لتعبئة يوغورت الفاكهة، وسعتها تتراوح ما بين ٨٥ - ٢٨٥ مل..
- الماكينة معدة بأربع أماكن تعبئة، ويمكنها تعبئة ٤ أنواع من العبوات مختلفة السعة في وقت واحد.
- يمكن أن يستعمل الغلق بالحرارة مع/ أو التطبيق علي الغطاء.
- تخرج الأكواب المملوءة المقفولة من ماسك الأكواب علي الناقل في تكوين محكم.

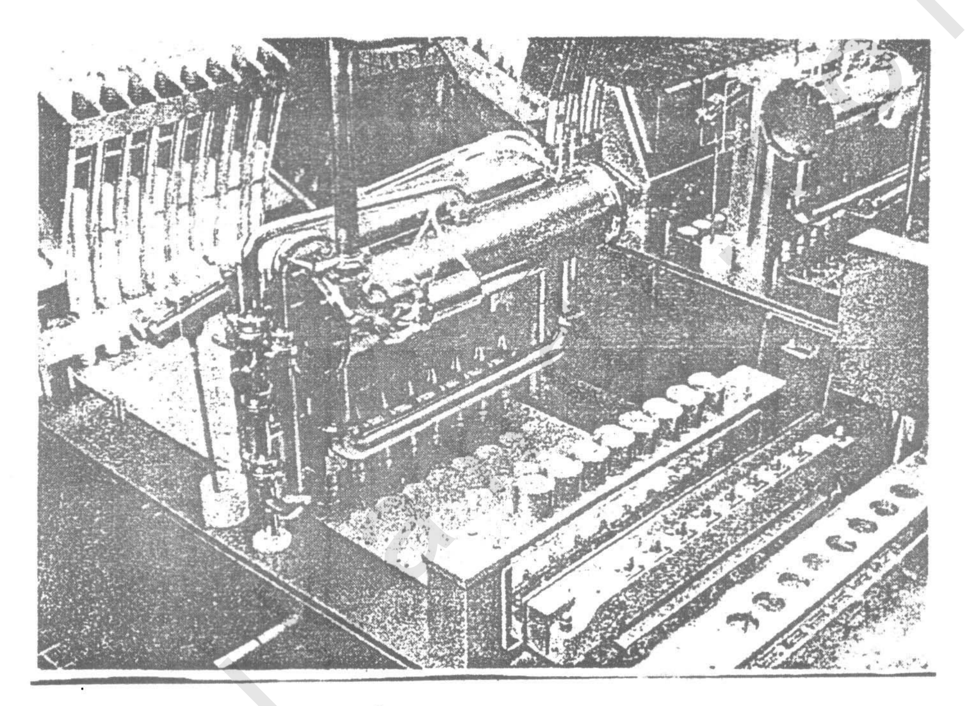
ب- weserhutte multi track ويمكنها تعبئة ٤٨,٠٠٠ كوب/ساعة (شكل ٣٢).

٢- تعبئة الأكواب غير سابقة التكوين ومنها النوعَ المسمي Machines for filling (from-fill-seal) plastic containers

مواد التعبئة تجلب إلى المصنع في شكل لفات من ألواح كبيرة من البلاستيك، وتجهز في المصنع في شكل عبوات بالشكل والحجم المرغوب بأستخدام الحرارة. ثم تملأ هذه العبوات باليوغورت، وتغلق بأستخدام الحرارة، ومن أمثلة هذه الماكينات الماكينة التالية:

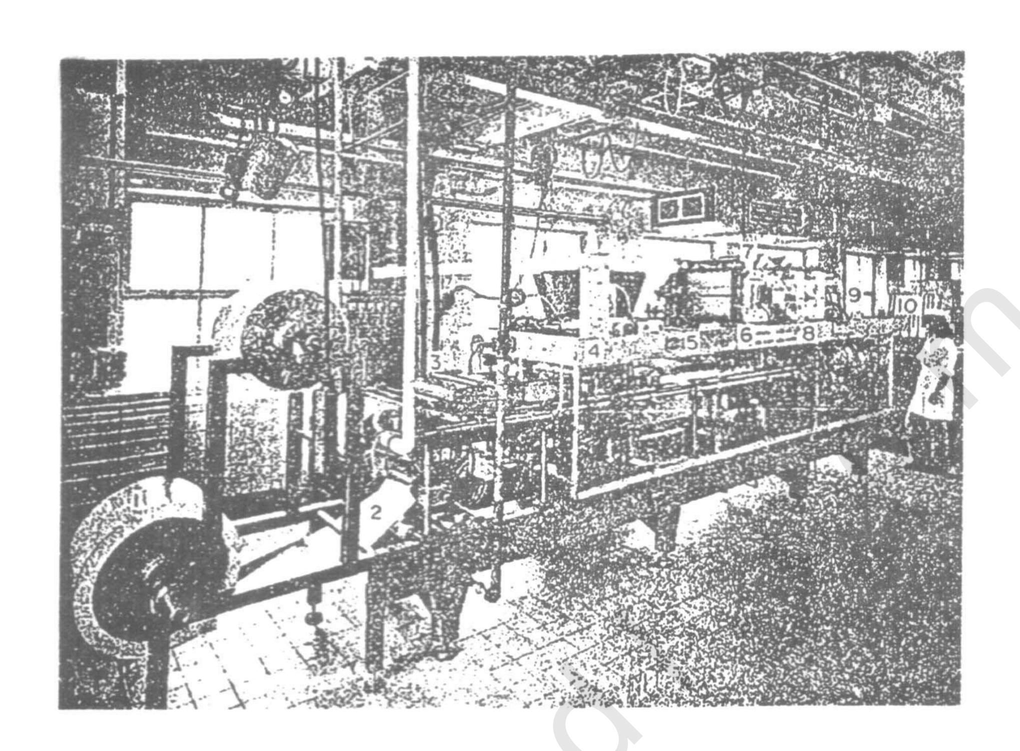
Hassia THM 17/48

مادة البلاستيك الحراري في شكل لفة، علي سبيل المثال مادة PVC تغـذي قسم التسخين في ماكينة التعبئة، واللوح الدافئ يشد علــي القوالــب حيـث نحصل علي شكل الكوب بدفع المادة البلاستيكية في قوالب باردة مع هــواء مضغوط، والمرحلة التالية تنقل العبوات إلى رأس التعبئة في الماكينة لتعبـا باليوغورت، وتقفل حراريا.



شكل (٣٢): ماكينة تعبئة اليوغورت فى الأكواب البلاستيكية جاهزة التكوين المسماة Weserhutle-multi tack

وشكل (٣٣) يظهر فيه هذه الماكينة، ويتم أنتاج ٣ كرتونة/دقيقة وذلك فــي الوحدات المتوسطة السعة. ومادة الغطاء مغطاة بالألومنيوم أو PVC.



شكل (٣٣): ماكينة تعبئة Hussia THM 17/48

1. Bottom material reel
2. Web pre-draw-off
3. Contact heating
4. Compressed air forming station
5. Fill area
6. Heatsealing station
7. Lidding material reel
8. Punching station
9. Waste cut-off device with take-off conveyor
10. Take-off conveyor

Reproduced by courtesy from Sussex &Berkshire Machinery Ltd., Hampshire, UK; Hassia Verpacking GmbH, Ranstadt, West Germany.

٣- ماكينات تعبئة اليوغورت في عبوات كرتونية أو ورق

Machines for filling yoghurt into cartons/Paper containers :

يستخدم الكرتون المغطي بطبقة من البولي ايثلين علي نطاق واسع في مجال صناعة الألبان. وذلك لتعبئة اللبن السائل، كذلك يمكن أن يستعمل في تعبئة اليوغورت، مع تغير بسيط في رأس الماكينة لتحاشي انخفاض اللزوجة لليوغورت. ويتم تشكيل العبوات من اللفة، أو من الكارتون السابق اعداده المثني، ويصل الأنتاج الي١٠,٠٠٠ علبة في الساعة. واليوغورت المعقم يمكن تعبئته بأستخدام ماكينة مشابهة، ولكن العبوات لابد أن تكون من النوع المعقم.

٤- Machines for filling yoghurt under controlled environment

بعض ماكينات التعبئة جهزت بالمعدات لتعبئة اليوغورت مع وضع غازات عليه، مثل ثاني أكسيد الكربون أو النتروجين بدلا من الهواء الجوي المحتوي علي الأكسجين، وذلك لأيقاف الفطريات والخمائر لاطالة مدة حفظ المنتج، ولكن يجب أن تكون مادة التعبئة غير منفذة للغازات، غير أن تأثير هذه الغازات الخاملة يكون فقط علي الميكروبات الهوائية.

المضخات المستعملة في صناعة اليوغورت بالطرق المستمرة

يستخدم في صناعة الألبان أنواع مختلفة من المضخات، ويعتمد ذلك علي وظيفتها، وينقسم خط الأنتاج إلى الأقسام الأتية:

- عمليات اللبن الخام وتداوله.
- أنتاج التجبن وتداوله.
- خلط الفاكهة واليوغورت والتعبئة.

وفي كل قسم من الأقسام السابقة تختلف الصفات الطبيعية، وتركيب المواد الداخلة في التصنيع، وتختار المضخة لتناسب العمل الذي تقوم به، وخصوصا بعد أن يتكون التجبن، حيث أن أى معاملات ميكانيكية تؤثر بشدة علي تركيب الخثرة، وعلي اللزوجة الخاصة بالمنتج.

ا- مضخة الطرد المركزي

أساسا تتكون هذه المضخة من موتور كهربائي (لأمداد الطاقة)، ومحرك دفع دائري داخل علبة، وغرفة نقل. يدخل السائل إلى غرفة الدفع ويسرع مركزيا إلى أن يدفع خارجا علي طول حافة المحرك، وكنتيجة لذلك فأن السائل يصرف إلى حجرة النقل، وخارجيا خلال فناء المضخة. ودائما الضغط المتولد يعادل مقاومة الأنسياب في خط العملية، وكفاءة المضخة تحسب من المعادلة الأتية:

كفاءة مضخة الطرد المركزي=

$$\frac{\text{طاقة الحركة+طاقة الضغط الممنوحة للسائل عندالصرف}}{\text{الطاقة المنقولة بالموتور إلى المحرك}}$$

ملحوظة: تهمل الطاقة المفقودة في شكل حرارة.

كل مضخات الطرد المركزي لها نفس الأســاس، ولكــن يختلــف تــصميم المحرك وعوامل أخرى معينة يجب اخذها في الأعتبار:

- ضغط الصرف في المضخة.
- معدل سريان أو لزوجة السائل.
- درجة التفريغ، وهذه تنتجَ من انتقالِ السائل من جانب إلى الجانــب الأخر في المضخة، وينتج تفريغ بناء علي ذلك، والــسائل الجديــد يدخل المضخة بالشفط.
- لزوجة المنتج حيث ممكن أن تؤثر علــي الــضغط المفقــود فــي المضخة، ويكون الفقد أكبر عندما يتحرك المنتج اللزج نتيجة لزيادة الأحتكاك المفقود.
- أذا حدث فقد في الضغط في خط الأنتاج، فأن سرعة السائل يــتحكم فيها بتركيب صمام منظم، أما بأستخدام منظم سرعة أو بتغيير قطر المحرك.

وقوة الضغط المركزي لهذه المضخات، قادرة علي خلق قوي قص عالية في السائل المضخوخ، وعلي ذلك فأن تطبيقاتها في أنتاج اليوغورت (الزبــادي) تكون قاصرة عليٰ تداول اللبن السائل وضخ الماء (الساخن أو البــارد) فــي المبادلات الحرارية.

ب- المضخة الكابسة **Piston pump**

هذا النوع من المضخات يستعمل للحصول علي ضغط مرتفع أثنــاء أعــداد اللبن، والمثال عليها المجنس.

ج- مضخات الأزاحة الموجبــة **Positive displacement pumps**

تنقسم هذه المضخات إلى ثلاث مجاميع:

١- مضخة مع ازاحات متبادلة.

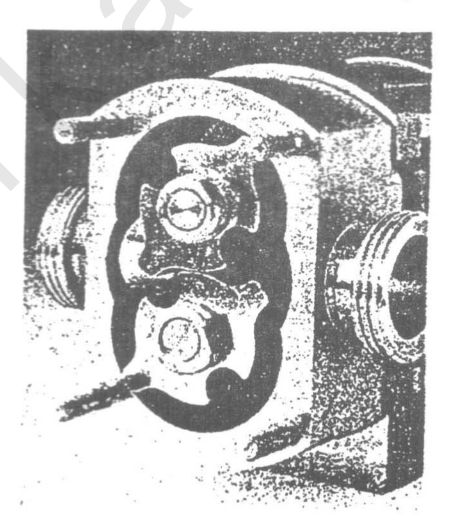
٢- مضخة مع ازاحات دوارة.

٣- متنوعة.

والمضخة من النوع الأول تكون مضخة منخفضة الكبس، وبالرغم من أنها تستعمل للسريان المباشر لتجبن (خثرة) اليوغورت، فأن غالبيـــة ماكينـــات التعبئة ادخلت أساس التصميم. وبالرغم من أن هذه المضخات تحدث قليـــل من تأثيرات القص، فأن تحطم التجبن يكون أقل ما يمكن للأسباب الأتيه:

- الوقت القصير الذي يحدث فيه اتصال بين المضخة واليوغورت.
- انخفاض درجة الحرارة التي يتم عليها التعبئة (١٠-١٥ ° م).
- غياب ضغط الخلف.

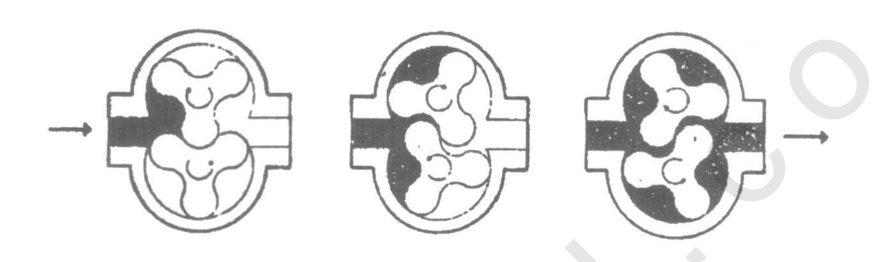
ومضخة الأزاحة الدوارة هي أكثر أنواع المضخات المستخدمة فـــي أنتـــاج اليوغورت بالطرق المستمرة، حيث يتحرك المنتج خلال تجويف يدور بـــين جسمين يدوران، أو بين جدار ثابت وجسم يدور، وشكل (٣٤) يبين المضخة الدوارة الموجبة. والحدين الدائرين مناسبين لدفع اليوغورت المحتوي علـــي جوامد حساسة مثل قطع الفاكهة الكبيرة.



شكل (٣٤): الأنواع المختلفة للحلمات المستخدمة

فى مضخة الأزاحة الموجبة الدوارة

وسريان اليوغورت خلال هذه المضخات موضح في (شكل ٣٥)، حيث يدخل السائل المضخة بتأثير الجاذبية أو أختلاف الضغط، ونتيجة لفعل دوران الفلقات أو الحلمات، فأن جزء من اليوغورت يصطاد بين الحلمة وعلبة المضخة، وينتقل برقة للجانب الأخر من المضخة.



شكل (٣٥): سريان اليوغورت خلال مضخة الأزاحة الموجبة

ولهذه المضخات مميزات يمكن اجمالها فيما يلي:

رخيصة، يمكن تشغيلها علي سرعات عالية، لا يوجد أمواج في السريان، المضخة ذاتية البدء، لها معدل نقل عالي، مناسبة لضخ السوائل اللزجة أو مخاليط السوائل والمواد الصلبة، الكفاءة الحجمية من الصعب أن تقل بزيادة الضغط المضاد. والنقد أو العيب الوحيد في مضخة الأزاحة الدوارة rotary displacement pumps هو أماكن التقفيل، حيث تميل أن يحدث منها نتح أو رشح طفيف، وهذا يجعل التلاحم بين جوانب الضغط والشفط غير كافية كما في مضخة reciprocating كذلك فأن القفل أو التلاحم بين الحلمات الدائرة واطباق الوجه تميل أيضا إلى الرشح، والمراقبة المنتظمة للتلاحم تخفض هذه المشكلة إلى أقصى حد.

المضخات المتعددة الأنواع Miscellaneous types of pumps احيانا يركب في خط الأنتاج مضخات مختلفة الأنواع لغرض معين، علي سبيل المثال:

- في خط أضافة البادئ للبن اليوغورت أثناء أنتاج اليوغورت الجالس أو المقلب.
- أضافة المواد الملونة ومواد النكهة essences (الطبيعية أو الصناعية) للبن أثناء أنتاج الزبادي الجالس.

وبعض أمثلة المضخات التي ممكن أن تستخدم كما يلي:

Peristaltic pump:

هذا النوع من المضخات يتكون من ٣ أجزاء:

١- أنبوبة بلاستيكية مرنة.

٢- فناء منحني تبيت فيه الأنبوبة البلاستيكية.

٣- موتور لتشغيل مجموعة من الهراسات، التي بدورها تطبق الأنبوب وتدفع السائل للمرور فيها، وفعل الهراسة أيضا خلق قوة شفط في الأنبوب، وكنتيجة لذلك فأن السائل ينساب ليحل محل الذي دفع للأمام، ويتحدد معدل السريان بسرعة الهراسة والقطر الداخلي للأنبوبة البلاستيكية المرنة.

المضخة المترية الحاجزة: Diaphragm Metering Pump

المضخة المترية الحاجزة، هي نوع من المضخات يوجد علي التانكات التي تحتوي علي السوائل المراد قياس كميتها، وهي مناسبة لتقدير كمية المواد الملونة، أو المواد المكسبة للنكهة المضافة إلى لبن اليوغورت أو إلى الخثرة. ويتحكم في معدل الجرعة بواسطة، أما تغييرطول الخبطة علي سبيل المثال الحجم المنقول، أو بالتحكم في تتابع فعل الخبطة (الضربة). ويمكن ملاحظة

أن الأنواع المختلفة للمضخة تستخدم في خط صناعة اليوغورت، ولاختيار المضخة المناسبة للعمل الصح، يوجد عدد من العوامل يجب اخذها في الأعتبار وتشمل:

١- طول وقطر الأنبوب المستخدم في الشفط، وجوانب التفريغ في المضخة.
٢- عدد وأنواع التراكيب الميكانيكية (الأكواع - الأجزاء التي علي شكل حرف T- أنواع الصمامات).
٣- أنواع الأجهزة المستخدمة لقياس الحجم والخلط.
٤- نوعيات الأنتاج في المبردات الأنبوبية أو السطحية المستخدمة للتبريد.
٥- المعوقات في خط الأنتاج، خط المخلوط، المصافي ،التراكيب.
٦- أختلاف المنتج. والذي يشمل:

- مستوي الجوامد في اللبن/ اليوغورت.
- تأثير القص علي المنتج.
- اللزوجة النهائية لليوغورت.
- قدرة المنتج علي الثبات عند الضخ تحت ضغط عالي.
- نوع المنتج من حيث pH، وجود مواد صلبة معينة مثل قطع الفاكهة.
- نوع السائل المناسب في النظام، فبالنسبة لليوغورت يكون السريان في خط مستقيم R<٢٠٠٠.
- الفقد الكلي في الضغط في النظام.

الفصل الثاني

الأهمية الغذائية والعلاجية لليوغورت

(الزبادي)

القيمة الغذائية للألبان المتخمرة

تحتوي الألبان المتخمرة علي القيمة الغذائية للبن بالأضافة إلى محتواها من نواتج التخمر، وتشمل حمض اللاكتيك والأحماض الأمينية والدهنية الحرة والببتيدات. وتتميز الألبان المتخمرة بزيادة محتواها من الفيتامينات، وخصوصا مجموعة فيتامينات B، نتيجة لتخليق بكتريا البادئ للفيتامينات، كما تتميز الألبان المتخمرة بأنخفاض محتواها من السعرات الحرارية عن اللبن المصنعة منه، نتيجة للتحول الذي يحدث في نسبة من اللاكتوز إلى حمض اللاكتيك، وتحلل نسبة من الدهن والبروتين إلى أحامض دهنية وأمينية علي التوالي. وفيما يلي توضيح للقيمة الغذائية للألبان المتخمرة، والشائع منه في مصر الزبادي، وهو ما يعرف باليوغورت في دول أخرى من العالم.

الدهن

الدهن في الألبان المتخمرة أكثر قابلية للهضم نظرا لتحلل جزء منه وانفراد الأحماض الدهنية. ونسبة الدهن المتحلل في الألبان المتخمرة قليل نظرا لتثبيط انزيمات الليبيز الموجودة في اللبن بفعل البسترة، كذلك لتأثير الحموضة المرتفعة في الألبان المتخمرة علي نشاط الأنزيمات المحللة للدهن.

البروتين

البروتين في الألبان المتخمرة أكثر قابلية للهضم نظرا لتحلل جزء منه، وانفراد الأحماض الأمينية أثناء التخمر وذلك بفعل الأنزيمات المحللة للبروتين التي تفرزها بكتريا البادئ أو الأنزيمات الموجودة في اللبن والتي قاومت العمليات الحرارية التي اجريت علي اللبن. وتحتوي الألبان المتخمرة علي نسبة من الأحماض الأمينية الأساسية الحرة أكبر من الموجودة في نفس الكمية من اللبن.

اللاكتوز

ترجع أهمية اللاكتوز الموجود الموجود في الألبان المتخمرة إلى:

١- الجلوكوز والجلاكتوز، والأخير له أهمية في تكوين الخلايا العصبية في الأطفال.

٢- يتخمر جزء من اللاكتوز الموجود في الألبان المتخمرة في الأمعاء، وينتج حمض اللاكتيك الذي يثبط نمو البكتريا التعفنية في الأمعاء.

٣- يعمل اللاكتوز علي زيادة قدرة الجسم للأستفادة من الكالسيوم والفوسفور.

٤- يشجع اللاكتوز الحركة الدودية للأمعاء مما يسهل عملية الأمتصاص والأخراج ويقاوم حالات الأمساك.

٥- اللاكتوز وحمض اللاكتيك مصدر للطاقة، حيث يعطي جرام اللاكتوز ٤ سعر حراري.

للألبان المتخمرة وخاصة الزبادي (اليوغورت) أهمية خاصة في تغذية مرضي عدم تحمل اللاكتوز lactose intolerance حيث أن اللاكتوز في هذه الألبان المتخمرة تنخفض نسبته بحوالي ٢% عن الموجود في اللبن المصنع منه اللبن المتخمر، وهذا يجعله مناسب أكثر من اللبن في تغذية هؤلاء المرضي، حيث تظهر علي هؤلاء الأشخاص أعراض أضطرابات معوية في حالة تناول اللبن، وتقل هذه الأعراض عند التغذية علي الألبان المتخمرة ومنها الزبادي، خصوصا في حالة صناعة الألبان المتخمرة من لبن غير معدل بأضافة لبن فرزمجفف أو ألبان مركزة، أو أستخدام الحرارة في تركيز اللبن. وافضل الألبان المتخمرة للمرضي المصابين بعدم تحمل اللاكتوز، هو الألبان المتخمرة المصنعة من اللبن المعامل بالترشيح الفوقي Ultrafiltration.

الأملاح المعدنية والفيتامينات

تناول الألبان المتخمرة ومنها الزبادي يحسن الأستفادة من الأملاح المعدنية الغذائية، عن طريق زيادة أمتصاصها في الأمعاء، وعلي الأخص تحسين الأستفادة من الفوسفور والحديد. وسبب ذلك هو أحتواء الألبان المتخمرة علي حمض اللاكتيك الذي يكون مع الكالسيوم لاكتات الكالسيوم الذائبة، مما يزيد من أمتصاص الكالسيوم نتيجة تحوّله إلى ملح ذائب في الماء سهل أمتصاصه من الأمعاء.

كما أن الوسط الحمضي في الأمعاء الذي يوفره تناول الألبان المتخمرة، يساعد علي زيادة ذوبان بعض الأملاح المعدنية الغير ذائبة.

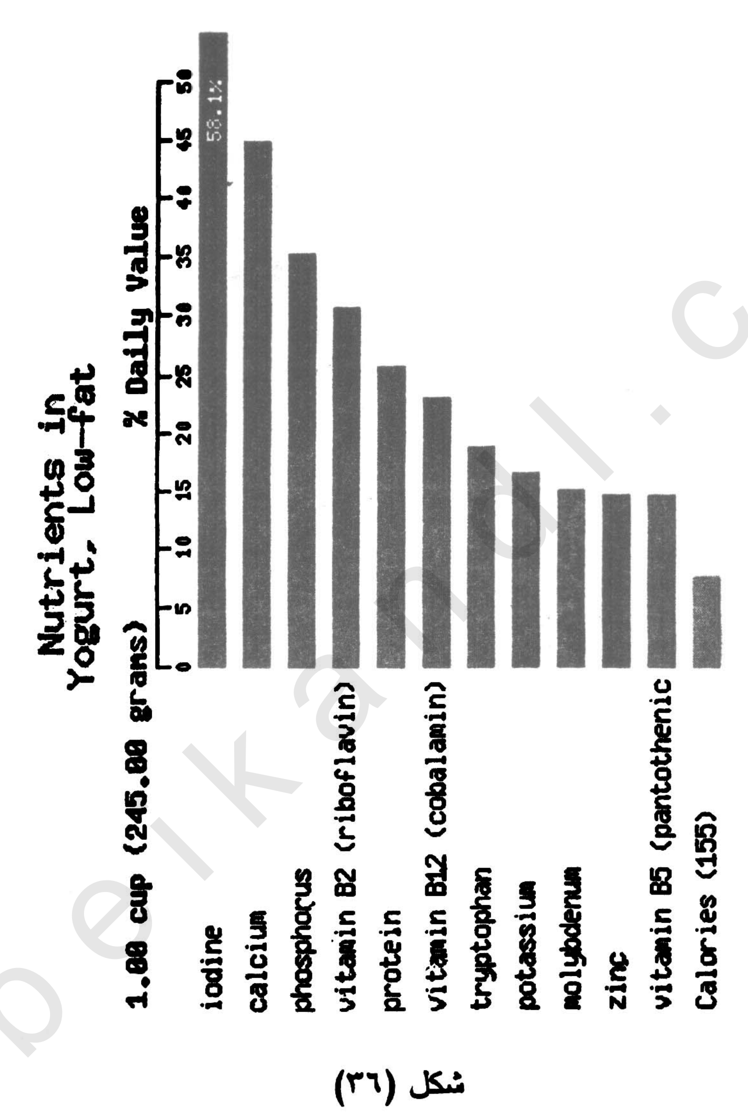
وبالرغم من أن نمو البكتريا الموجودة في الألبان المتخمرة في القناة الهضمية يحدث نقص في محتواها من بعض فيتامينات B، إلا أنه يتم التعويض بأنتاج البكتريا لفيتامين ب١٢، وفيتامين ب٩ (حمض الفوليك)، فيتم أنتاج الفولات داخل الخلية البكتيرية أو خارجها بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك.

وقد وجد ان *Lactococcus lactis*، *Streptococcus thermophilus*، *Leuconostoc spp* كلها تنتج الفولات بينما .*Lactobacillus* spp لا تنتج الفولات. وقد وجد ان *S. thermophilus* تنتجَ الفولات بكمية أكبر من *L. lactis*

وقد وجد أن الـpH المرتفع يزيد من أنتاج الفولات كذلك أضافة p-aminobenzoic acid يزيد من أنتاج الفولات، بينما أضافة الثيروسين يخفض من أنتاج الفولات.

وعموما فأن اليوغورت (الزبادي) مصدر جيد للكالسيوم والفوسفوروالموليبدنم والبوتاسيوم والريبوفلافين (فيتامين B2) واليود، كذلك هو مصدر جيد لفيتامين B_{12} وفيتامين حمض البنتوثينيك B_5 (الشكل ٣٦).

وقد اظهرت الأبحاث أن تناول **اليوغورت** (**الزبادي**) **المنتج بأستخدام** المزرعة المحسنة وراثيا من *Lactobacillus lactis* **حسنت من مستوي** الريبوفلافين عند الفيران التي تعاني من نقص في هذا الفيتامين، **مع أزالة** جميع مؤشرات نقص الفيتامين مثل نقص النمو وزيادة **قيمة** erythrocyte glutathione reductase activation وتضخم **الكبد** hepatomegaly. وتدل هذه النتائج أن التناول المنتظم للألبان المتخمرة مثل اليوغورت يزيد من مستوي فيتامين الريبوفلافين في الجسم، ويساعد **في** القضاء علي أعراض نقص الفيتامين التي تنتشر في كثير من بلدان **العالم** خصوصا في الدول النامية.


Nutrients in
Yogurt, Low-fat
1.00 cup (245.00 grams)
% Daily Value
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
58.1%
iodine
calcium
phosphorus
vitamin B2 (riboflavin)
protein
vitamin B12 (cobalamin)
tryptophan
potassium
molybdenum
zinc
vitamin B5 (pantothenic
Calories (155)

شكل (٣٦)

اليوغورت (الزبادي) والأهمية العلاجية لبعض الأمراض والمشاكل الصحية

١- عسر الهضم وعدم تحمل اللاكتوز:

اليوغورت اسهل في الهضم من اللبن، فكثير من الناس الذين لا يستطيعون تحمل اللبن، (وهذا يرجع إلى أما لحساسية البروتين، أو إلى عدم تحمل اللاكتوز)، يمكنهم التمتع بتناول اليوغورت (الزبادي)، حيث أن عملية أنتاج اليوغورت تجعل مكوناته اسهل في الهضم من اللبن، كما أن البكتريا الحية الموجودة في بادئ الزبادي تنتج اللاكتيز، وهو الأنزيم الذي ينقص في الأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز، بسبب نقص هذا الأنزيم في اجسامهم، كذلك يوجد انزيم في اليوغورت يساعد في عملية أمتصاص اللاكتوز في الأشخاص المصابين بعدم تحمل اللاكتوز، وهو انزيم-beta galactosidase. كذلك فأن الأنزيمات البكتيرية التي تفرز من بكتريا بادئ اليوغورت، تهضم بروتين اللبن جزئيا، وتجعله اسهل في الأمتصاص وأقل حساسية. وقد اظهرت الأبحاث أن الأطفال الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز ولا يستطيعون تناول الألبان، يمكنهم تناول اليوغورت دون أن يسبب لهم أى مشاكل في الهضم، وربما يرجع ذلك إلى سببين هو أحتواء اليوغورت علي انزيمات تحلل سكر اللاكتوز، كذلك تحلل سكر اللاكتوز في اليوغورت بواسطة بكتريا البادئ إلى جلوكوز وجالاكتوز، وهذه السكريات سهلة الأمتصاص من الأمعاء، ولا تسبب أى مشاكل للأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز.

٢-تأثير اليوغورت علي صحة القولون:

توجد مقولة طبية مغزاها أن (أى شخص تتحدد صحته بصحة القولون)
You are as healthy as your colon

وعند تناول اليوغورت (الزبادي)، فأنه يساعد علي المحافظة علي صحة القولون عن طريقين:

أ- أن اليوغورت يحتوي علي البكتريا العصوية *Lactobacteria* وهي المزرعة البكتيرية الصديقة لأمعاء الأنسان التي تحافظ علي القولون، بالأضافة لأنها تخفض مخاطر الأصابة بسرطان القولون، Lactobacteria وخصوصا acidophilus، تشجع نمو البكتريا المفيدة في القولون، وتخفض من تحول الصفراء إلى أحامض صفراء المسببة للسرطان، وكلما زادت هذه البكتريا الصديقة في الأمعاء كلما زاد انخفاض احتمال الأصابة بأمراض القولون، وأساسا فأن البكتريا الصديقة في اليوغورت، يبدو أنها تثبط المواد الضارة (مثل النتريت والنترات قبل تحولها إلى نيتروزامين) أى قبل ما تصبح مسببة للسرطان.

ب- أن اليوغورت مصدر غني بالكالسيوم وهو المعدن الذي له علاقة بصحة القولون، ويخفض من مخاطر الأصابة بسرطان القولون، فالكالسيوم يثبط النمو الزائد للخلايا المبطنة للقولون، والتي تضع الأنسان في زيادة مخاطر الأصابة بسرطان القولون. كذلك الكالسيوم يرتبط مع أحامض الصفراء المسببة للسرطان، ويمنعهم من العمل علي تهيج جدار القولون. والأشخاص الذين يتناولون أغذية غنية في الكالسيوم (مثلا بلاد اسكندنافيا) يكون لديهم معدل الأصابة بسرطان القولون منخفض، وقد اظهرت دراسة أن تناول١,٢ ملجم كالسيوم يوميا يرتبط بأنخفاض معدل الأصابة بسرطان القولون بمعدل٧٥%.

ج- تحسين الأستفادة من العناصر الغذائية الأخري، فتحسن مزرعة بكتريا اليوغورت من قابلية أمتصاص الكالسيوم وفيتامينات B، فحمض اللاكتيك في الزبادي يسهل عملية أمتصاص الكالسيوم.

٣- اليوغورت يحسن أو يقوي جهاز المناعة:

أثبتت الدراسات التي اجريت علي ٦٨ شخص تناولو ٢ كوب من اليوغورت يوميا لمدة ٣ شهور، أن هؤلاء الأشخاص احتوت اجسامهم علي معدلات أعلى من الأنترفيرون المقوي للمناعة Immunity boosting interferon، كذلك فأن المزارع البكتيرية في اليوغورت اظهرت تشجيع لزيادة أعداد كرات الدم البيضاء المقاومة للتلوث في مجري الدم.

ويحتوي الزبادي الطازج علي بكتريا حية مثل بكتريا *Lactobacillus casei* تحسن استجابة جهاز المناعة للقضاء علي ميكروبات الألتهاب الرئوي pneumonia. وفي دراسة وجد أن تغذية الفيران علي اليوغورت زاد من أنتاج gamma Inferon في خلايا الدم البيضاء، مما يزيد من قدرة هذه الخلايا علي مقاومة الميكروبات المرضية، وكذلك زادت خلايا ال *Lyphocytes* التي تهاجم الميكروبات المرضية. واثبتت الأبحاث أن السكريات العديدة التسكر polysaccharides التي تفرزها بكتريا *Lactobacillus bulgarcus* أو *Str. thermophilus* التي تستخدم في أنتاج اليوغورت وغيره من الألبان المتخمرة، لها تأثير منشط لجهاز المناعة. وقد قسمت السكريات العديدة polysaccharides التي تم عزلها من كلا من *Str. thermophilus* و *Lactobacillus bulgarcus* إلى سكريات حامضية ومتعادلة التأثير. كما قسمت السكريات الحامضية إلى عالية الوزن الجزيئي، ومنخفضة الوزن الجزيئي، ووجد أن هذا التأثير المنشط يرجع إلى السكريات عديدة التسكر polysaccharides الحامضية المرتفعة الوزن الجزيئي، وقد وجد أن phosphopolysaccharides تحتوي علي (د-جالاكتوز) و(د- جلوكوز) D-glucose، D- galactose والفوسفور phosphprus وتنشيط الsplenocytes في الفأر بواسطة البولي سكاريد الحمضية المرتفعة الوزن الجزيئي، زاده

بشكل معنوي أنتاج الinterferon-gamma production كذلك زاد من نشاط الخلايا القاتلة الطبيعية التي تقاوم الميكروبات الممرضة natural killer cell.

٤- اليوغورت يساعد علي الشفاء بعد تلوث الأمعاء:

بعض المتاعب الهضمية المتسببة عن الفيروسات أو الحساسية، تسبب جروح أوتقرحات في الغشاء المبطن للأمعاء وخصوصا الخلايا المنتجة لانزيم اللاكتيز، وهذا يسبب مشاكل وقتية في أمتصاص اللاكتوز، وهذا يوضح السبب في أن بعض الأطفال لا يمكنهم تحمل تناول اللبن لفترات قد تصل إلى شهر أو شهرين بعد الأصابة بتلوث في الأمعاء، واليوغورت بسبب احتوائه علي لاكتوز أقل وانزيم لاكتيز أكثر كما ذكر سابقا، فأنه يعتبر مناسب للفترة التي يتم فيها اكتمال شفاء الأمعاء. ولفترات الأسهال ينصح كثيرمن اطباء الأطفال بالزبادي للأطفال الذين يعانون من عسر الهضم، واثبتت الأبحاث أن الأطفال يتم شفائهم بسرعة أكثر عند تناولهم لليوغورت، وكذلك فأنه من المناسب تناول اليوغورت (الزبادي) أثناء تناول المضادات الحيوية حيث يخفض اليوغورت من تأثير المضادات الحيوية المثبط للبكتريا الصديقة للأمعاء، حيث أن المضادات الحيوية لا تقتل البكتريا الضارة فقط، ولكنها تقتل بكتريا الأمعاء المفيدة أيضا، أو ما يسمي بالبكتريا الصديقة للأمعاء، وتناول اليوغورت يساعد علي تزويد الأمعاء بالبكتريا المفيدة قبل ما تموت البكتريا الضارة، نظرا لما يحتويه الزبادي من المزرعة البكتيرية الحية المفيدة، ويجب تناول اليوغورت أثناء تناول المضادات الحيوية وبعد تناولها لمدة اسبوعين علي الأقل.

٥- اليوغورت يحمي من الأصابة بالسرطان:

بكتريا ال*Lactobacteria* الموجودة في اليوغورت ترتبط بقوة بالمواد المسرطنة، وتمنعها من تحطيم الخلايا، وبكتريا L. bulgaricus هي البكتريا

العضوية الأساسية المستخدمة في اليوغورت، لها صفات مضادة للأورام anti-tumor خصوصا ال Lactobacteria التي تربط المعادن الثقيلة ولحماض الصفراء تمنعها من التأثير المسرطن، كذلك Lactobacteria تثبط نمو البكتريا المنتجة للنتريت (حيث أن النتريت ممكن أن يكون له تأثير مسرطن)، كذلك *Lactobacteria* الموجودة في اليوغورت تمثل الفلافونويد flavonoides وتنتج مواد طبيعية مضادة للأورام، والفلافونويد موجودة في كثير من الخضروات والفواكه التي يتناولها الأنسان.

٦- تناول الزبادي يحمي من الأصابة بأمراض القلب:

أثبتت الدراسات أن بكتريا من جنس *Lactobacillus* تساعد علي تنظيم مستوي الكوليسترول والجلسريدات الثلاثية في الدم. فقد وجد أن تناول الزبادي بصفة متكررة يخفض مستوي كوليسترول LDL ويزيد كوليستول HDL في الدم، فالتناول اليومي لثلاث أوقيات (١٠٠ جم) من الزبادي من النوع brobiotic، وهو الزبادي المحتوي علي البكتريا المقوية للصحة مثل *bifidobacteria* لمدة ٢ اسبوع أو أكثر خفض LDL كوليسترول في الدم (وهو النوع الذي ينقل الكولسترول من الدم إلى خلايا الجسم، وزيادته تزيد من مخاطر الأصابة بأمراض القلب وتصلب الشرايين، نتيجة لتأثيره علي زيادة الكوليسترول في الخلايا ولذلك يسمي الكوليسترول السئ bad وزاد HDL كوليسترول (وهو الكوليسترول الحسن، والذي ينقل الكوليسترول من الأنسجة إلى الكبد، وبالتالي فهو يقاوم الأصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية (تصلب الشرايين) atherosclerosis وذلك نتيجة لخفض الكوليسترول في الأنسجة)، أما تناول الزبادي العادي وليس brobiotic فقط ، وجد أن له تأثير علي خفض كوليسترول LDL ولكن لم يحدث أى زيادة في HDL كوليسترول.

كما أن نمو بكتريا *Lactobacilli* الموجودة في الزبادي في الأمعاء، يؤدي إلى تكسير أملاح الصفراء وربما يكون ذلك أحد الأسباب لخفض الكوليسترول، حيث أن الكوليسترول يدخل في تركيب أملاح الصفراء حيث أنه يعتبر مادة مولدة لها، وبالتالي فتكسير أملاح الصفراء يتطلب مزيد من الكوليسترول وبالتالي تنخفض نسبة الكوليسترول في الدم. كما أن تناول الزبادي يساعد علي خفض نسبة الكوليسترول في الدم عن طريق فعل بعض أنواع البكتريا الموجودة في الزبادي تحويل الكوليسترول إلى coprostanol ومركبات أخرى، كما تنتج بعض أنواع البكتريا الموجودة في الزبادي مواد تثبت تخليق الكولسترول مثل مادة Hidroxy methylglufralo.

٧ -اليوغورت يحمي من الأصابة بأمراض المخ:

ال*Lactobacteria* تساعد في تنظيم مستوي الكوليسترول والجلسريدات الثلاثية في الدم. تناول اليوغورت يحسن اداء المخ عن طريق أحداث انعاش له، حيث أن اليوغورت غني بالحمض الأميني تيروسين الذي له صفات منبهه، ومنخفض في الحمض الأميني التربتوفان (الذي له صفات مسكنة) وأضافة اليوغورت لبعض أغذية المخ الأخري، مثل زيت نبات الكتان (تساعد علي بناء أحامض المخ الدهنية) كذلك تناول اليوغورت مع أغذية فول الصويا مفيد لثبات البروتين وسكر الدم.

٨- تأثير اليوغورت علي بعض الأمراض الفطرية:

- النساء اللاتي تعانين من التلوث بالفطريات في المهبل، فأن تناول اليوغورت يوميا يساعد في القضاء علي هذه الفطريات، حيث أن اليوغورت (الزبادي) يحتوي بكتريا *L. Acidophilus* التي تقاوم اتزان مستعمرات فطر *Candida albicans* عن طريق أضافة أعداد أكثر من *L. acidophilus*، وهناك طريقة أخرى للقضاء علي التلوث المهبلي بفطر *Candida albicans*

عن طريق أستعمال اليوغورت موضعيا، حيث أن هذا الفطـــر لا يـــستطيع النمو في الوسط الحمضي لليوغورت.

- بعض المضادات الحيوية تسبب بعض المشاكل الفطرية في الفم واللـــسان والجلد، ويرجع ذلك إلى انخفاض أعداد البكتريا المفيدة في الأمعـــاء نتيجـــة لتأثير المضادات الحيوية علي ميكروفلورا الأمعاء، وتناول اليوغورت يساعد في التغلب علي هذه المشكلة قبل حدوثها، أذا تم تناول اليوغورت (الزبادي) يوميا بعد تكملة الكمية المقررة (course) من المضاد الحيوي مباشرة.

٩- تأثير اليوغورت علي خفض ضغط الدم:

الألبان المتخمرة ومنها الزبادي تحتوي علي ببتيدات لها تأثير مثـــبط علـــي Angiotensin coverting enzyme وهذه المادة تعمل علي تنشيط المواد التـــي تعمل علي انقباض الأوعية angiotensin II وتثبيط المواد التي تعمل علـــي توسيع الأوعية الدموية والتي تسمي bradykinin، وبالتالي هذه المادة تعمـــل علي زيادة ضغط الدم وزيادة التوتر العصبي.

وعند تناول الألبان المتخمرة التي تحتوي علي الببتيدات ذات التأثير المثبط inhibitory Angiotensin peptides I Converting Enzyme (ACE) لأنزيمات Angiotensin coverting فأن ذلك يعمل علي خفض ضغط الدم.

١٠ – أهمية اليوغورت (الزبادي) في أنقاص الوزن:

أثبتت الأبحاث العلمية أن انخفاض وزن الجسم يرتبط بتناول الأغذية الغنيـــة في الكالسيوم مثل الزبادي منخفض الدهن، حيث له تأثير في أنقـــاص وزن الأطفال المصابون بالسمنة، وكل زيادة مقدارها ٣٠٠ ملجم فـــي الكالـــسيوم المتناول، يقابله انخفاض في وزن الجسم بمقدار ١ كجم وذلك في الأطفـــال، ٢,٥ – ٣ كجم في البالغين. وقد وجد أن زيادة تناول الكالـــسيوم بتنـــاول ٢ وحدة خدمة زيادة كل يوم من منتجات الألبان، يخفض مخاطر زيادة الـــوزن

بمقدار ٧٠%. وقد أرجع العلماء سبب ذلك إلى أن الكالسيوم يخفض من قدرة الخلايا علي تخزين الدهن، وبذلك تحرق الخلايا الدهن أكثر. وقد أرجع بعض العلماء تأثير تناول الزبادي علي أنقاص الوزن إلى أن الزبادي يحتوي علي أحامض أمينية متفرعة السلسلة، والتي تساعد علي أحداث زيادة قصوي في فقد الدهن مع أدنى فقد في العضلات وذلك يحقق أقصى أستفادة لأى وجبة.

وفي دراسة أخرى (لتفسير السببِ الذي يرجع أليه العلاقة بين زيادة المتناول من الكالسيوم وزيادة حرق الدهن وبالتالي أنقاص الوزن). فقد تم تغذية بعض السيدات في عمر ١٨ -٢٠ سنة علي وجبات منخفضة في الكالسيوم (أقل من ٨٠٠ ملجم/يوم)، واخريات تم تغذيتهن علي وجبات مرتفعة في الكالسيوم (١٠٠٠- ١٤٠٠ ملجم/يوم) وذلك لمدة عام، وقدر المعدل الذي يتم حرق الدهن به في الجسم في بداية التجربة ونهايتها. وقد وجد أن اكسدة الدهن (الحرق) كان ٢٠ مرة أعلى في النساء التي يتناولن وجبات مرتفعة في الكالسيوم، بالمقارنة بالسيدات اللأتي يتناولن وجبات منخفضة في الكالسيوم، وكان معدل حرق الدهن ٠,١ مقابل ٠,٠٦جم /دقيقة. وقد تم تقدير مستوي هرمون الغدة الجاردرقية ووجد أن لها علاقة بمعدل الحرق(معدل اكسدة الدهن).

والوظيفة الأولي لهرمون الغدة الدرقية هو المحافظة علي مستوي طبيعي للكالسيوم في الجسم، وعندما ينخفض مستوي الكالسيوم كثيرا فأن هرمون الغدة الدرقية يفرز ليحفز خلايا العظام علي افراز كالسيوم إلى تيارالدم، والأرتفاع الأعلي في هرمون الغدة الدرقية يرتبط بأنخفاض أكثر في اكسدة الدهن، وانخفاض أكثر في الكالسيوم الماخوذ أو المتناول. بينما الأنخفاض الأكثر في هرمون الغدة الدرقية شوهد في النساء التي تناولت الوجبات

المرتفعة في الكالسيوم،والتي احرقت دهن الوجبات اسرع. وهذا يظهر أن الوجبات المرتفعة في الكالسيوم تزيد من اكسدة الدهن علي الأقل في الجزء الخاص بتخفيض الأحتياج إلى افراز هرمون الغدة الدرقية، وبذلك يحفظ مستوي الهرمون منخفض في الدم، ويحفظ معدل أكسدة الدهن مرتفع.

١١- أهمية تناول الزبادي في تعزيز قدرة الجسم علي بناء العظام:

ليس فقط الكالسيوم الموجود في الزبادي (اليوغورت) هو الذي يجعل الزبادي يلقب ب(**الغذاء الصديق للعظام**)، ولكن الزبادي وغيره من الألبان المتخمرة واللبن كذلك يحتوي علي حديد مرتبط بالبروتين يسمي Lactoferrin هو الذي يعزز نشاط الخلايا ألبانية للعظام osteoblasts. Lactoferrin وهو لا يقوي فقط نمو وتكاثر الخلايا ألبانية للعظام، ولكن يخفض أيضا المعدل التي تموت به هذه الخلايا ب٥٠ -٧٠ %، ويخفض من تكون الخلايا المسئولة عن تكسر العظام osteoclasts وبذلك يساعد في منع حدوث هشاشة العظام، أو يعالجها بعد حدوثها.

وتناول الزبادي (اليوغورت) أكثر فائدة من تناول الأمدادات الدوائية للكالسيوم. فتناول الزبادي للفتيات في سن المراهقة أكثر فائدة من تناول الجرعات الدوائية للكاسيوم، فقد وجد أن تناول الكالسيوم الموجود في منتجات الألبان أكثر فائدة لزيادة كثافة العظام من تناول كبسولات الأمدادات الدوائية المحتوية علي نفس كمية الكالسيوم الموجودة في المنتجات اللبنية.

١٢- تناول الزبادي يساعد علي منع ومعالجة ألتهاب المفاصل:

اظهرت الدراسات أن بكتريا ال*Lactobacillus* الموجودة في الزبادي، والتي تعرف بالبكتريا المقوية الصديقة للصحة لها تأثير في منع أو معالجة مرض ألتهاب المفاصل، وقد حدث هذا التأثير أيضا في حالة وجود البكتريا في صورة ميتة أيضا. وقد وجد أن حيوانات التجارب التي تغذت علي زبادي

يحتوي علي أعداد مرتفعة من *Lactobacilli* ظهرت فيهم أقل حـالات مـن ألتهاب المفاصل، والذين تناولو الزبـادي العـادي الـذي يحتـوي علـي *Lactobacilli* بتركيزعادي غير مرتفع، ظهرت فيهم حـالات مـن ألتهـاب المفاصل بدرجة متوسطة، أما الذين تناولوا الألبان بدلا من الزبادي فظهرت فيهم حالات ألتهاب المفاصل بدرجة أعلى.

<u>١٣ - الزبادي يحمي من الأصابة بقرحة المعدة والأمعاء:</u>

وجـد أن البكتريـا المـسئولة عـن غالبيـة الأصـابات بقرحـة المعـدة (*Helicobacter pylori*) تثبط بواسطة الزبادي. ففي دراسة علي ٤٨ شـاب متطوع مصابون بتلوث ب *H. Pylori* وقد وجد أن تغذيتهم علي اليوغـورت المحتوي علي بكتريا*Lactobacillus acidophilus* و *Bifidobacterium lactis* مرتين يوميا وذلك بعد تناول الوجبات لمدة ٨ اسابيع ثبطت نشاط ميكـروب *H. pylori* حيث وجد أنخفاض في انزيم urease وهو الأنزيم الـذي يفـرزه ميكروب *H. pylori* ويسمح للميكروب بـاختراق غـشاء المعـدة واحـداث العدوي.

<u>١٤- أهمية الزبادي في خفض مخاطر الأصابة بالسرطان:</u>

تناول الزبادي له تأثير في خفض مخاطر الأصابة بالسرطان في المنطقة بين القولون وفتحة الشرج (Colorect). بالرغم من تعدد الدراسات عـن فوائـد الزبادي المنخفض الدهن، إلا أن الأبحاث أثبتت علاقة اليوغورت (الزبادي) الكامل الدسم بخفض مخاطرالأصابة بـــ Colorectal cancer، فعلي الرغم من أرتفاع نسبة الأحماض المشبعة في هذا اليوغورت، فأنه يحتوي علي عدد من العوامل المضادة للسرطان وتشمل دهن واقي يـسمي conjugated linoleic acid والذي أيضا اظهر وقاية ضد أمراض القلب Cardioprotective. ففـي دراسة علي أكثر من ٦٠,٠٠٠ سيدة تتراوح أعمارهم بين (٤٠- ٧٦ عام)،

تم تتبعهم خلال مدة ١٤,٨ عام فوجد أن السيدات التي تتناول علي الأقــل ٤ وحدات خدمة من المنتجات اللبنية الكاملة الدسم مثل اليوغورت أو الجبن أو القشدة، كان معدل الأصابة عندهم بــسرطان colorect أقــل بنــسبة ٤١ % بالمقارنة بالسيدات التي تأكل أقل من وحدة خدمة من هذه المنتجات. بينمـــا السيدات التي تتناول حوالي ٢ وَحدة خدمة يوميا من المنتجات اللبنية الكاملة الدسم انخفضت مخاطر الأصابة عندهم بال colorectal بنسبة ١٣ %فقــط. كما أن لتناول الزبادي أهمية في العلاج الكيماوى من السرطان، حيث أن من التأثيرات الجانبية للعلاج الكيماوى للسرطان هو نقص أمتصاص اللاكتــوز، وقد اظهرت الأبحاث التي اجريت علي ٢٠ طفل يعالج كيماوى من مــرض السرطان، أن تناول اليوغورت خفض من نقص أمتصاص اللاكتــوز عنــد هؤلاء الأطفال وذلك عندما أعطى اليوغورت كجزء من العلاج.

١٥- أهمية الزبادي في القضاء علي البكتريا المرضية المــسببة للتــسمم الغذائي:

عندما يتناول الأنسان غذاء ملوث بالبكتريا المرضية أو سمومها، فأنه تظهر عليه مجموعة من الأعراض تسمي بالتسمم الداخلي intoxication ويوجد عدد كبير من أنواع المَيكروبات المرضية تتبع علي الأقل خمسة عشر جنس التي تسبب التسمم الغذائي، وهذه الميكروبات منها ما هو موجب لــصبغة جــرام مثـــل الأنـــواع التابعـــة للأجنـــاس *Listeria*، *Colistridium*، *Bacillus*، *Staphylococcus*، ومنها ما هو سالب لصبغة جرام مثـــل *Campylobacter*، *Enterococcus*، *Enterobacter*، *Klebsiella*، *Esherichia*، *Salmonella*، *Shigella*، *Vibrio*، *Yersinia* وتقوم بكتريا البادئ الموجودة فـــي الزبـــادي بأنتاج مضادات حيوية مضادة لهذه الميكروبات المرَضية، فمثلا تفرز بكتريا *L. Acidophilus* مجموعة من المــضادات الحيويـــة التـــي تقــضي علـــي

الميكروبات المرضية المسببة للتسمم الغذائي، ومن هذه المضادات الحيوية الأسيدولين Asidolin، الأسيدوفلين Asidophilin واللاكتوسيدين Lactocidin واللاكتاسيدين Lactacidin كما تقوم بكتريا البادئ المعروفة باسم *L. Dibrueckii spp . bulgaricus* بأنتاج المضاد الحيوي المعروف بالبلجاريكان Bulgarican كذلك تنتج بكتريا *Streptococcus thermophilus* مجموعة من المضادات الحيوية.

١٦- دور بكتريا الزبادي في أعادة التوازن الطبيعي للبكتريا بالأمعاء بعد العلاج بالمضادات الحيوية:

يؤدي العلاج بالمضادات الحيوية إلى أخلال التوازن الطبيعي للبكتريا الموجودة بالأمعاء مما يؤدي في بعض الأحيان إلى حدوث أضطرابات وألم في الأمعاء، فالعلاج بالمضادات الحيوية يقضي تماما علي كل أنواع *Lactobacilli*، *Bifidobacteria* ولذلك فأن تناول الزبادي المحتوي علي ال*Lactobacilli*، *Bifidobacteria* يعمل علي أعادة التوازن الطبيعي مرة أخرى لبكتريا الأمعاء.

كذلك وجد أن من مضاعفات العلاج بالمضادات الحيوية هو الأصابة بالأسهال نظرا لاختلال الأتزان الطبيعي للبكتريا في الأمعاء وزيادة نمو بعض الميكروبات التابعة للجنس Clostriduim والتي تسبب هذا الأسهال وقد وجد أن الألبان المتخمرة المحتوية علي *Lactobaccillus bulgaricus*، *L. acidophilus* يقضي علي حالات الأسهال التي تعقب العلاج بالمضادات الحيوية

١٧ - الزبادي لعلاج التوتر العصبي :

يوجد في الألبان المتخمرة ببتيدات ذات تأثير حيوي ضد التوتر العصبي و dyslipidenia ويتم ذلك من خلال وظائف هذه الببتيدات الأتية:

- تأثير ضد ضيق الأوعية الدموية ACE inhibitory activity
- تأثير مشابه لتأثير المخدر Opioid-like activity
- تأثير مضاد للتجلط Antithrombotic activity
- تأثير خافض للكوليسترول Cholesterol- reducing activity

كذلك ممكن أن تلعب الببتيدات الموجودة في الألبان المتخمرة وظائف أخرى، هي كمواد مضادة للأكسدة والتي تحسن علي المدي الطويل وظائف القلب والأوعية الدموية. وتنتج الببتيدات في الألبان المتخمرة من خلال عمل الأنزيمات التي تنتجها بكتريا البادئ علي البروتين الموجود في اللبن. والجدول التالي يبين الكميات المنتجة من الببتيدات النشطة حيويا، والناتجة من ١ جم من بروتينات الشرش:-

كمية الببتيدات النشطة حيويا الناتجة	بروتين الشرش الموجود في الألبان المتخمرة
35.2 mg	*Lactophorin*
30.2 mg	*B. Lactophorin*
10.5 mg	*Serophorin*

وفى تجربة شوائية على ٣٩ شخص مصاب بالتوتر العصبى. حيث تم فيها أعطاء كل شخص ١٥٠ جم لبن متخمر مصنع بأستخدام بكتريا *Lactobacillus helveticus* لمدة ٢١ يوم كلن لها تأثير خافض للضغط، حيث أحتوت هذه الألبان على ببتيدات لها تأثير ACE مثبط يقدر بـ ٧٢٠ نانوميكرون. ووجد أن بروتينات الشرش الموجودة في الألبان المتخمرة، لها أيضا تأثير علي خفض كوليسترول الدم، وقد وجد أن كل انخفاض قدره ١%

في كوليسترول البلازما يقابله انخفاض بمقدار ٢ % في معدل الأصابة بأمراض القلب في السنوات المقبلة من العمر.

أسباب التأثير المضاد لليوغورت (الزبادي) على الميكروبات

١- الـ pH المنخفض The low pH

لا يعتبر الـpH المنخفض بمفرده عاملا مؤثرا كمضاد للبكتريا، بل يتوقف اثره في الغالب علي طبيعة المكونات الحامضية التي تنتجها البكتريا في اليوغورت وهي حمض اللاكتيك والخليك. ومن المعروف أن بعض الأحماض أذا ما وجدت علي الصورة غير المتأينة في الغذاء فأنها تظهر نشاطا مضادا للبكتريا Bactericidal activity أما أذا وجدت علي الصورة المتأينة فأنها تفقد هذا التأثير نظرا لأن الشق المتأين الحامض والكاتيونات ليست لها القدرة علي النفاذ من غشاء الخلية. وعلي ذلك كلما زاد تركيز الجزء غير المتأين من الحمض كلما زاد تأثيره المضاد للبكتريا. وعلي ذلك نجد أن حمض الخليك عند 6= pH يتسبب في القضاء علي ٢٢ % من بكتريا *Salmonella typhimurium* وعند pH = 5.5 فأن نسبة القتل تزيد الى ٦٠% وعند pH = 5 فأن نسبة القتل تزيد عن ٩٩,٩٩ %.

وتبعا للبادئ المستخدم ومدة حفظ اليوغورت فأن pH اليوغورت يتراوح ما بين ٣,٨ ، ٤,٥ وفي هذا المدي نجد أن نسبة عالية من حمض الخليك المتكون في اليوغورت تكون علي الصورة غير المتأينة (PK لحمض اللاكتيك ٤,٧٥) ، ونسبة أقل من حمض اللاكتيك تكون علي الصورة غير المتأينة (PK لحمض اللاكتيك ٣,٠٨) ، ومما لا شك فيه أن الصورة غير المتأينة من هذين الحمضين ذات أثر مضاد للبكتريا المرضية المعوية، وهو ما قد يفسر جزئيا التأثير المضاد لليوغورت للبكتريا المعوية المرضية.

٢-المواد العضوية:

ينتج عن نشاط بكتريا اليوغورت العديد من المركبات العضوية (أحـــامض عضوية) ومركبات كربونيلية طيارة بعضها قد يكون له تأثيرمضاد للبكتريـــا المرضية المعوية.

٣- جهد الأكسدة والأختزال المنخفض:

بالأضافة إلى خفض الـــ pH فأن بكتريا اليوغورت تنتج العديد من نـــواتج التمثيل الغذائي المختزلة والتي تعمل علي خفض جهد الأكسدة والأختزال في الوسط وهو ما يمكن قياسه بمعامل Eh وعلي ذلك فـــأن أنتـــاج مثـــل هـــذه المركبات يوجد الظروف غير المناسبة لنمو الميكروبات الهوائية، وعلي ذلك نجد أن فوق أكسيد الهيدروجين المتكون وخاصة الأيونO_2 Superoxide لها تأثير مثبط علي عديد من الكائنات الدقيقة.

٤ - التنافس التضادي Competitive antagonism

هذا التعبير يطلق علي قدرة بعض الكائنات الدقيقة علي التنافس مع البعض الأخر في بيئة معينة لتحد من وجودها، وقد ينشأ هذا من وجود بعض النواتج النهائية المضادة أو نتيجة لاستهلاك بعض المواد التي تحتاجها الميكروبـــات الأخري أو التنافس علي أماكن تكوين المستعمرات، فمن المعروف أن بعض أنواع البكتريا العضوية *Lactobaclli* لها القدرة علي تكوين مستعمرات علي الأغشية المبطنة للقناة الهضمية، وأن هناك تنافسا علي بعض أماكن أنـــشاء المستعمرات هذه بين بكتريا اليوغورت والبكتريا المرضية.

٥-فك ارتباط أملاح الصفراء Deconjugated Bile acid

من المعروف أن الصورة غير المرتبطة لأملاح الصفراء ذات تأثير مثـــبط أكبر من من الصورة المرتبطة علي بعض أنواع البكتريا، وعلي ذلك فمـــن

المحتمل أن يكون تأثير جنس *Lactobacillus* علي أنواع البكتريا الأخري من خلال قدرتها علي فك ارتباط أملاح الصفراء Deconjugation.

٦-أنتاج مضادات حيوية:

لأنواع *Lactobacillus* القدرة علي أنتاج العديد من المضادات الحيوية التي توقف نمو العديد من البكتريا، وهذه المضادات تعرف باسم Bacteriocins وهي مواد بروتينية ذات وزن جزيئي صغير، ومن غير المعروف مدي مساهمة مثل هذه المضادات في القضاء علي البكتريا المرضية في الأمعاء، نظرا لوجود الأنزيمات المحللة للبروتين التى تؤثر علي هذه المضادات الحيوية حيث أن تركيبها بروتينى، ومن المحتمل في المستقبل أن يتم تحوير هذه المضادات بحيث يكون لها تأثير فى علاج الأنسان.

أستخدام البكتريا الوقائية Probiotic في صناعة الألبان المتخمرة:

تعرف البكتريا الوقائية probiotic bacteria بصفة عامة أنها بكتريا حية viable، توجد فى صورة فردية أو مختلطة والتي يكون لها تأثير مفيد beneficial effect علي صحة العائل في صناعة الألبان.

وهناك أهتمام كبير بالتوسع في أنتاج الأغذية المحتوية علي بكتريا وقائية من منتجات الألبان، وسلالات بكتريا حمض اللاكتيك الوقائية التقليدية التي استخدمت في مجال الأبحاث تعتبر معظمها آمنة وغير مرضية، والبكتريا الوقائية الشائعة الأستخدام تنتمي إلى مجموعة Lactic acid bacteria (LAB) الذي يضم اجناس *Lactobacillus*، *Leuconostoc*، *Lactococcus*، *Pediococcus*. كذلك تستخدم بعض الـ*Bifidobacteria* وبعض الخمائر، وعلي الرغم من أن سلالات من *Streptococcus*، *Enterococcus* تشارك LAB إلا أن *Str. thermophilus* هي السلالة الوحيدة المستخدمة في صناعة منتجات الألبان المتخمرة، ويعتبر الجنس *Lactobacillus* آمن صحيا ومعتمد من GRAS علي العكس من ذلك نجد ان *Streptococcus*، *Enterococcus* تحتوي علي كثيرمن الأنواع المرضية. وفي خلال العشر سنوات الأخيرة أصبح هناك تزايد كبير علي منتجات الألبان المصنعة بأستخدام *Bifidobacterium* والتي يكون مصدرها الأنسان، ولكن تستخدم مع أنواع أخرى من البكتريا، ولا تستخدم بمفردها للأسباب الأتية:

١- تنتج الحموضة بمعدل بطئ.

٢- تنتج المذاق الغير مرغوب لحامض اللاكتيك.

ومراحل التصنيع التي تستخدم فيها هذه البكتريا تشابه مراحل التصنيع العادية، ويوجد *Lactobacillus spp*، *Bifidobacterium spp* في الأمعاء، واظهرت البحوث العلاجية وجود مستويات مرتفعة من بعض الميكروبات

المرغوبة التي توجد في القناة الهضمية للأنسان من أهمهـــا *Bifidobacteria* لذلك فأن تناول منتجات الألبان المحتوية علي هذه البكتريا من الأمور الهامة، لأنها تعمل علي تحقيق التوازن الميكروبي في الأمعاء.

المراجع



Referances

1- ***Aattouri, N. ;*** Bouras, M. Tome , D., Morcos, A., Lemonnier D., (2002). Oral Lnestion Of lachic acid bacteria . by rals increases Lymphocyte Proliferation and Interferon- V Production. .British Journal of Nutrition, Vol 87 pp. 367- 373.

2- ***Anon. (1976b)*** In An Introduction to Heat Exchange, Alfa- Laval Technical Bulletin VM 60412e, Alfa- Laval A/ B. Lund Sweden.

3- ***Anon. (1976b)*** In Cultured Milk Praduets, Alfa- Laval Technical Bulletin PB 60852 e, Alfa- Laval A/ B Lund. Sweden .

4- ***Anon. (1979a)*** In APV Gaulin Homogenisers and High Pressure Pumps , Technical Bulletin A 297 N, apv Co. Ltd., West Sussex, UK.

5- ***Anon. (1979b)***In Automatic CIP Equipment for Food Plants , Alfa- LavalTechnical Bulletin pb 60220 E, Alfa- Laval A/B Lund Sweden.

6- ***Anon. (1980)*** In Dairy Handbook, Alfa- Laval A/B, Lun, Swedn.

7- ***Anon. (1981e)*** In APV- Automation, Technical Bulletin A 388 F, APV CO .Ltd ., West Sussex, UK.

8- ***Baba H., Masuyama, A., And Takano, T. (2006).*** Shart Communica tion : effects of Lactobaullus helveticus- Fermented milk on the differntiation of culured Normal

Human Epidermal Keratinocytes. J. Dairy Sci ,89: 2072- 2075.

9- ***Babcock, A.A, Measham, J. and Green , J.M., (1999).*** Casein- Derived Opioid Peptides and Lactobacill: Effects on cell proliferation and Antibody Production. The 49 Annual Meeting of the Conadian Society of Microbiolagists, Montreal, QC, June 1999.

10-***Dalhuisen ,J.J. (1972)*** In Yoghurt Production- Technical and Technological Information, Tochnical Bulletin 0772 . 801 /00/0080, Stork- Amsterdam, Amstelveen, The Netherlands.

11- ***Easo, J G., Meashan, J.D., and Green – Johnson, J. (1997).*** Possible mitogenic effets of Lactobauillus ssp on murine B, Tand macrophage cell lines. The 47th Annul Meeting of the Canadian Society of Microbiology, Quebec City, QC, June (1997).

12- ***Fiat, A. M. Levy, T.S. et al (1989)*** Biological active peptides from Casin and Lactotransferrin implicated in platelet function Dairg. Res. 56. 351- 355.

13- ***Gallardo- F. J. , Kelly*** A. L. and Delahunty Influence of Starter culture on Flavor and Head space Profiles of fermented milk whey and whey Produced from fermented milk. J. Dairy Science 88: 5745- 3753.

Genvena Stringham (2006) 101 Things to do With Yoghurt Gibbs Smith.Publishing.

14- ***Gun, O, and Issiki, N.D. (2006).*** The effects of fat and non fat Dry matter Concentration and storage time on

The Physical Properties and acidity of yoghurts made with probiotic Cultures. Food Science and Technoloyy International, 12: 467- 4 76.

15- ***Harper, W.J., Seiberling, D. A. and Blaisdel, J.K. (1976)*** In Dairy Technolagy and Engineering , Ed. By Harper. W. J. & Hall, C. W.AVI Publishing Co. Inc., Connecticut, USA.

16- ***Hajel King (1998)*** Milk and Yoghurt .Heinemann Library.Publishing.

17- ***Ishida, Y. Nakamura, F., Kanjato, H., Sawarda, D. et al. (2005).*** Clinical effects of Lactobacillus Allergic Rhinitis: A double Blind, Placebo- Controlled Study. J. Dairy Science Sci 88: 527- 533.

18- ***Isleten, M. and Karagul Yuceer, Y. (2006)*** Effect of dried dairy ingredients on Physical and Sensory Properties of nonfat Yoghurt. J Dairy Sci 89: 2865- 2872.

19- ***Johnson- Henry, K. Tompkins, T. A., and Sherman P. M. (2000 a)*** Lactobacillus Species Inhibit adherence of enteropathogenic Escherichia Coli and enterohemorrhagic E. Coli to host epithelial cells. Danone Symposium on Fermented Food, Fermen tation and Intestinal Flor a, New York, Ny May 2000.

20-***Johnsom- Henry KC, Tompkins TA, Sherman PM, (2001)*** Effect of Lactobacillus on enterohemorrhagic Escherichia Coli- Induced Alterations in intestinal Epithelial cell Permeability. Present at Annual Meeting

of the American Society for Microbiology in Orlando, Florida, May 20- 24, 2001.

21- ***Johnson- Hemry, K., Tompkins, T.A. and Sherman P. M. (2000B).*** Lactobacillus Species Inhibit adherence of diarrheagenic Escherichia Coli To Host epithelial Cells.. The Intern- ational Symposiun on Probiotics in Montreal, OC, October 2000.

22- ***Kocian, J. (1994c).*** Lactobacilli in the Treatment of Dyspepsia in Dysmicrobia in different Aetiolagy Vnitrni Lekarstvi, 40 : 79- 83.

23- ***Kocian, J. (1994b)*** . Further Possibilities in Treafment of Lactose Intolerance- Lactobacilli Prakticky Lekar, 74: 212- 214.

24-***Leblanc, J. G., Burgess, C., Sesma, F. , Savoy de Giori, G. and Van Sinderen D., (2005).*** Ingestion of milk Fermented by Geneticaly modified Lactobacillus Lactis Improves the riboflavin Status of Dificient Rats. J Dairy Sci 88: 3435-3442.

25- ***Makino, S. Ikegami., Kano, H., Sashihara T., Sugano, H., Horiuchi, H., Saito,T. and Oda, M. (2006).*** Immunomodulatory effects of Polysaccharides Produced by Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus OLL 107 3 R- 1. J. Dairy Sci, 89: 2873- 2881.

26- ***Measham JD and Green – Johnsom, J.M. (1998).*** Varied Immunomodulatory effects of different Lactbacillus spp. On Cytokine Production by murine Splenocytes, murine macrophages and macrophages

cell Lines. International Symposium For Microbial Ecology- 8, Halifaχ, NS, 1998.

27-***Measham, J., Babcock, A.A. and Green- Johnson, J.M. (1999).*** The 49 annual meeting of the Canadian Society of microbiologists, Montreal ,June (1999).

28-***Natalie E. Nieuwen huijen and. Natatie, E. N., and Andreas, L. L. ,(2005)*** Fighting Food Allergy: Current Approaches Annals of the new York Academy of Sciences 1056: 1,30-45.

29- ***Newstead, D.F., Goldmann, A. and Zadow, J. G. (1979)*** In Monograph on Recombination of Milk and Milk Products- Technology and Engineering Aspects, Idf Doc. 116, Brussels, Belgium.

30- ***Ojer , D., Akin S., and Ojer B. (2005)*** Effect of Inulin and Lactulose an Surviv of Acidophilus LA- 5 and Bifidobacterium Bifidum BB- 02 in Acidophilus-Bifidus Yoghurt. Food Science and Technology International, 11: 19- 24.

31- ***Paganelli, R., Ciuffreda, S., Verna, N., Cavallucci, E, Paolini, F., Ramonod, S., Di Gioacchino, M., (2002).*** Probiotics and Food- allergic diseases. Allergy 57(s), 97- 99.

32- ***Pleuffer, M. Schrejenmeir I. (2000).*** Bioactire Substancesin milk with Properties decreasing risk of Cardiovascular diseases. British J. Nutr. 84: S153- 159.

33- ***Prevost, H, Divies, C. and Rousseu, E. (1985).*** Continuous Yoghurt Producion With Lactobacillus

bulgaricus and Streptococcus thermophilus entrapped in Ca- alginate. J. Biotechnology Letters, 7 (4).

34-***Puas- Madiedo, P., Gueimonde, M., De los Reyes, C.G., (2006).*** Effect ofecopolysaccharide Isolated From Viili on the adhesion of Probiotics and Pathogens to Intestinal mucus. J. Dairy Sci 89: 2355- 2358.

35- ***Ramesh C. Chandan With Charles H. White , Arun Kilara and J. H. Hui, 2006.*** Manufacture Yoghurt and Fermented milks. Black well publishing.

36- ***Ricki Carrohll (2003)*** Making Cheese , Butter Yoghurt Storey Books.

37- ***Roy, D., Mainville, I., and Mondou, F., (1997)*** Bifidobacteria and Their role in Yoghurt- related Products Microecology and Therapy 26: 167- 180.

38- ***Siegumfeldt, H.K.B. Rechinger and M. Jakobsen (2000).*** Dynamic Changes of Intracellular pH in individual lactic acid Bacterium – Cells in Response to a rapid drop in eχtracellular pH. Appl. Environ. Microbiol. 66: 2330- 2335.

39- ***Sonia Uvejian (1999)*** Yogurt. (Book) Harpercollins.Publishing Sodini, I., Lucas, A., Gliveira, M N., Remeuf, F., and Corrieu, G. (2002) . Effect of milk base and Starter Culture on acidification, Teχture and Probiotic cell Count s in Fermented mik Processing . J Dairy Sci, 85: 2479- 2488.

40-***St. orge, M. P. , Famworth, E.R. et al 2000.*** Consumption of Fermented and nanfermented dairyg

Products: effects on Cholesterol Concentrations and metabolism. Am. J.Clin. Nutr. 71: 674-681.

41-*Takano T. (2000),* Fermented milk and antihypertension. Bulletin of the international Dairy Federation 353: 17-19.

42- *Tlaskal. P., Michkova, E., Klajarova H., Jerabkova, L. ,Nevoral, J., et al (1996).* Lactobacillus acidophilus in the Treatment of Children with Gastrointestinal tract Disease. Cesko- Slovenska, 51: 615-619.

43- *Usman and Hosono A. (2000).* Effect of Administration of Lactobacillus gasseri on Serun Lipids and Fecal Steroids in Hypercholesterolemic Rats. J.Dairy Sci,83: 1705- 1711.

44- *Viljanen, M, Savilahti, E. Taahtrla, T., Juntumen, K. Korpela, R.: Poussa, T. et al. (2005)* Probiotics in the Treatment of Atopic eczema/ dermatitis Syndrome in ifants:a double- blind placebo- Controlled trial. Alergy 60: 4, 494- 500.

45- *Vincent, D., Roy, D., Mondou, F., and Dery, C., (1998).* Characterization of bifidobacteria by random DNA amplificakion Int J Food Microbiol 43: 185- 193.

46- *Wallance ,TD, Tompkins T.A; and Green- Johnson J. M.(2000)* Effect of Lactic acid bacteric on Cytokine Production by a human intestinal epilhelial cell line. Danone Symposium on fermented Food, Fermentation and intestinal Flora , New York, NY, May , 2000.